

**ÇEŞİTLİ KİMYASAL MADDELERLE EMPRENYE EDİLMİŞ
DIŞBUDAK YAPRAKLI ÜVEZ (*Sorbus Aucuparia* Lipsky)
ODUNUNUN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

Neslihan SÜZER ERTÜRK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİYEL TEKNOLOJİ EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OCAK 2011
ANKARA**

Neslihan SÜZER ERTÜRK tarafından hazırlanan “ÇEŞİTLİ KİMYASAL MADDELERLE EMPRENYE EDİLMİŞ DIŞBUDAK YAPRAKLI ÜVEZ (*Sorbus Aucuparia* Lipsky) ODUNUNUN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Hakan KESKİN
Tez Danışmanı, Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç.Dr.Musa ATAR
Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.
Doç. Dr. Hakan KESKİN
Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.
Yrd.Doç.Dr. Cevdet SÖĞÜTLÜ
Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.

Tarih:14/01/2011

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Neslihan SÜZER ERTÜRK

**ÇEŞİTLİ KİMYASAL MADDELERLE EMPRENYE EDİLMİŞ DIŞBUDAK
YAPRAKLI ÜVEZ (*Sorbus Aucuparia* Lipsky) ODUNUNUN BAZI
TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Neslihan SÜZER ERTÜRK

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Ocak 2011**

ÖZET

Bu çalışma, Borlu Bileşikler, Tanalith-E, Vacsol-Azure, Imersol-Aqua ve Borlu bileşiklerle (Boraks, Borik asit) ile emprenye edilmiş Dişbudak Yapraklı Üvez odununun bazı teknolojik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılacaktır. Bu amaçla, ülkemizde yaygın olarak bulunan Dişbudak Yapraklı Üvez (*Sorbus aucuparia* Lipsky) odunundan TS EN 345 esaslarına göre hazırlanan deney örnekleri Tanalith-E, Vacsol-Azure, Imersol-Aqua ve Borlu Bileşikler ile ASTM D 1413 esaslarına uyularak vakum yöntemi ile emprenye edilmiştir. Emprenye edilen deney örneklerinde; basınç direnci TS 2595, eğilme direnci TS 2474, eğilmede elastiklik modülü TS 2478, yanma özellikleri ASTM E 160 esaslarına uyularak belirlenmiştir. Deneyler sonunda; denemelerde kullanılan emprenye maddelerinin Dişbudak Yapraklı Üvez odununun bazı fiziksel, mekanik ve yanma özelliklerini etkilediği belirlenmiştir.

Bilim Kodu : 705.5.001
Anahtar Kelimeler : Dişbudak Yapraklı Üvez, Emprenye Maddeleri, Eğilmede Elastiklik modülü, Yanma özellikleri
Sayfa Adedi : 72
Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Hakan KESKİN

**TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF ROWAN (*Sorbus Aucuparia* Lipsky)
WOOD IMPREGNATED WITH VARIOUS CHEMICAL MATERIALS**

(M.Sc.Thesis)

Neslihan SÜZER ERTÜRK

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

January 2011

ABSTRACT

The aim of this study was to determine some of the physical, mechanical and combustion properties of Rowan wood impregnated with various chemical materials. For this purpose, the test samples prepared from Rowan (*Sorbus Aucuparia* Lipsky) wood wood materials - that are of common use in the forest products industry of TURKEY - according to TS 345, were treated with Tanalith-E, Vacsol-Azure, Imersol-Aqua and Boron compounds (Borax, Boric acid) by the vacuum impregnation process of ASTM D 1413 standards and directions of the manufacturer. After impregnation, each sample was tested for observation of retention amount, bending strengths (TS 2474), modulus of elasticity in bending (TS 2478), compression strengths (TS 2595). It has been proven that the physical, mechanical and combustion properties of the impregnated Rowan wood wood materials were affected by impregnated materials.

Science Code : 705.5.001

Key Words : Rowan wood, Chemical Materials, Compression strength, Bending strength, Combustion properties

Page Number : 72

Adviser : Assoc. Prof. Dr. Hakan KESKİN

TEŞEKKÜR

Araştırma konusu seğimi ve y¼r¼t¼lmesi sırasında fikir ve katkılarından yararlandığım değerli hocam Doç. Dr. Hakan KESKİN'e, yine kıymetli tecr¼belerinden faydalandığım ve ęalıřmamın laboratuvar aşamasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Musa ATAR'a teőekk¼r¼ bir borę bilirim.

Her zaman yanımda olan ve maddi ve manevi desteklerini hep yanımda g¼rd¼đ¼m sevgili eşim H¼seyin Bey'e sonsuz teőekk¼r¼ ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	7
2.1. Ağaç Malzeme.....	7
2.1.1. Dişbudak yapraklı üvez (<i>Sorbus Aucuparia Lipsky</i>).....	7
2.2. Ağaç Malzemenin Bazı Teknolojik Özellikleri.....	10
2.2.1. Basınç direnci.....	10
2.2.2. Eğilme direnci.....	11
2.2.3. Eğilmede elastiklik modülü.....	13
2.3. Ağaç Malzemenin Yanma Özelliği.....	13
2.3.1. Yangın.....	13
2.3.2. Sıcaklığın ağaç malzemeye etkileri.....	14
2.3.3. Odun bileşenlerinin termal bozunması.....	17
2.3.4. Yangının yapı malzemelerine etkisi.....	18
3. LİTERATÜR ÖZETİ.....	20

Sayfa

4. MATERYAL VE METOD	30
4.1. Ağaç Malzeme.....	30
4.1.1. Dişbudak yapraklı üvez (<i>Sorbus Aucuparia</i> Lipsky)	30
4.2. Emprenye Maddeleri.....	31
4.2.1. Tanalith-E	31
4.2.2. Vacsol Azure	31
4.2.3. Imersol Aqua	31
4.3. Metod	32
4.3.1. Emprenye işlemi ve retensiyon (tutunma) miktarının belirlenmesi....	32
4.3.2. Deney örneklerinin hazırlanması	33
4.3.3. Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü değerinin belirlenmesi.....	33
4.3.4. Basınç direncinin belirlenmesi	35
4.3.5. Yanma özelliklerinin belirlenmesi.....	36
4.4. Verilerin Değerlendirilmesi	37
5. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	38
5.1. Retensiyon Miktarı.....	38
5.2. Basınç Direnci	40
5.3. Eğilme Direnci.....	42
5.4. Eğilmede Elastiklik Modülü	43
5.5. Yanma Özellikleri	46
5.5.1. Yanma sıcaklıkları	46
5.5.2. Işık yoğunluğu	49

	Sayfa
5.5.3. Ağırlık kaybı	51
5.5.4. Yanma Süresi	54
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	58
KAYNAKLAR	62
ÖZGEÇMİŞ	72

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Odunun farklı sıcaklıklara gösterdiği tepkiler	17
Çizelge 5.1. Retensiyon miktarı ortalamalarına ait istatistik değerler	38
Çizelge 5.2. Retensiyon miktarı varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	38
Çizelge 5.3. Retensiyon miktarı DUNCAN testi sonuçları.....	39
Çizelge 5.4. Basınç direncine ait istatistik değerleri.....	40
Çizelge 5.5. Basınç direnci varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	40
Çizelge 5.6. Basınç direnci DUNCAN testi sonuçları	41
Çizelge 5.7. Eğilme direncine ait istatistik değerleri.....	42
Çizelge 5.8. Eğilme direnci varyans analizi (ANOVA) sonuçları	42
Çizelge 5.9. Eğilme direnci DUNCAN testi sonuçları	43
Çizelge 5.10. Eğilmede elastiklik modülü değerine ait istatistik değerler	44
Çizelge 5.11. Eğilmede elastiklik modülü değerine ait varyans analizi (ANOVA) sonuçları	44
Çizelge 5.12. Eğilmede elastiklik modülü değerine ait DUNCAN testi sonuçları.....	45
Çizelge 5.13. Yanma çeşidine göre yanma sıcaklığı ortalama değerleri	46
Çizelge 5.14. Emprenye çeşidine göre yanma sıcaklığı ortalama değerleri	47
Çizelge 5.15. Yanma sıcaklıklarına ilişkin varyans analizi (MANOVA) sonuçları	48
Çizelge 5.16. Emprenye maddesi ve yanma çeşidi etkileşimine ilişkin Duncan testi sonuçları	48
Çizelge 5.17. Yanma çeşidine göre ışık yoğunluğu ortalama değerleri	49
Çizelge 5.18. Emprenye çeşidine göre ışık yoğunluğu ortalama değerleri	50

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.19. Işık yoğunluğuna ilişkin varyans analizi (MANOVA) sonuçları	51
Çizelge 5.20. Yanma çeşidine göre ağırlık kaybı ortalama değerleri	51
Çizelge 5.21. Emprenye çeşidine göre ağırlık kaybı ortalama değerleri	52
Çizelge 5.22. Ağırlık kaybına ilişkin varyans analizi (MANOVA) sonuçları	53
Çizelge 5.23. Emprenye maddesi ve yanma çeşidi etkileşimine ilişkin Duncan testi sonuçları	53
Çizelge 5.24. Yanma çeşidine göre yanma süresi ortalama değerleri	54
Çizelge 5.25. Emprenye çeşidine göre yanma süresi ortalama değerleri.....	55
Çizelge 5.26. Yanma süresine ilişkin varyans analizi (MANOVA) sonuçları	56
Çizelge 5.27. Emprenye maddesi ve yanma çeşidi etkileşimine ilişkin Duncan testi sonuçları	56

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Liflere paralel yönde basınç direnci	10
Şekil 2.2. Liflere dik basınç direnci deneylerinde yükleme şekilleri	11
Şekil 2.3. Eğilme direnci deneylerinde yükleme şekilleri	12
Şekil 2.4. Odunun yanma döngüsü	16
Şekil 4.1. Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü deneyi	34
Şekil 4.2. Basınç direnci deney örneği	35
Şekil 4.3. Yanma test cihazı	36
Şekil 5.1. Retensiyon miktarları grafiği	39
Şekil 5.2. Basınç direnci değerleri grafiği	41
Şekil 5.3. Eğilme direnci değerleri grafiği	43
Şekil 5.4. Eğilmede elastiklik modülü grafiği	45
Şekil 5.5. Yanma çeşidine göre yanma sıcaklıkları grafiği	46
Şekil 5.6. Empenye maddesi çeşidine göre yanma sıcaklığı grafiği	47
Şekil 5.7. Yanma çeşidi ve empenye maddesi etkileşimine göre yanma sıcaklığı grafiği	49
Şekil 5.8. Yanma çeşidine göre ışık yoğunluğu grafiği	49
Şekil 5.9. Empenye maddesi çeşidine göre ışık yoğunluğu grafiği	50
Şekil 5.10. Yanma çeşidine göre ağırlık kaybı grafiği ..	51
Şekil 5.11. Empenye maddesi çeşidine göre ağırlık kaybı grafiği...	52
Şekil 5.12. Yanma çeşidi ve empenye maddesi etkileşimine göre ağırlık kaybı grafiği...	54
Şekil 5.13. Yanma çeşidine göre yanma süresi grafiği	55

Şekil	Sayfa
Şekil 5.14. Empenye maddesi çeşidine göre yanma süresi grafiği.....	55
Şekil 5.15. Yanma çeşidi ve empenye maddesi etkileşimine göre yanma süresi grafiği... ..	57

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 4.1. Deney örneklerinin hazırlandığı kalaslar	30

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
//	Liflere ve tutkal hattına paralel
⊥	Liflere ve tutkal hattına dik
δ_{12}	Hava kurusu yoğunluk
σ_e	Eğilme direnci
σ_b	Basınç direnci
Δf	Net eğilme alanındaki sehim
Kısaltmalar	Açıklama
b	Örneğin genişliği
C	Çözelti konsantrasyonu
E	Elastiklik modülü
F_{max}	Maksimum kuvvet
h	Örneğin kalınlığı
L	Dayanak noktaları arasındaki açıklık
N	Örnek sayısı
Ss	Standart sapma
T₁	Emprenye sonrası örnek ağırlığı
T₂	Emprenye öncesi örnek ağırlığı
v	Varyans
x	Aritmetik ortalama

1. GİRİŞ

Ağaç işleri endüstrisinin temel hammaddesi olan ağaç malzeme günümüzde azalan doğal kaynaklar arasında yer almaktadır. Ancak uygun kullanımı ve korunması halinde artan odun hammaddesi ihtiyacını karşılayabilir düzeydedir. Odun hammaddesi gerek masif gerekse çeşitli levha ve kompozit ürünlere dönüştürülerek çok çeşitli alanlarda kullanılmakta, farklı kesitlerdeki tekstürü dekorasyonda diğer malzemelere göre daha ön plana çıkmasını sağlamaktadır. Biyolojik yapıda olması sebebiyle çeşitli zararlı faktörlerden etkilenecek yapısında bozulmalar meydana gelmektedir. Fiziksel, mekanik, kimyasal ve biyolojik zararları engellemek amacıyla, yapısına müdahale edilebilen odun hammaddesi, işlenebilirliğinin kolay olması, ısı ve elektriğe karşı izolasyon özelliği göstermesi, akustik özelliklerinin istenilen düzeyde olması, özgül ağırlığının düşük olmasına karşılık, yüksek mekanik özelliklere sahip olması ve yenilenebilir bir doğal kaynak olması nitelikleriyle de önemini sürdürmektedir. Ağaç malzemenin higroskopik madde olması nedeniyle, kullanım yerindeki havanın sıcaklık ve bağıl nemine uygun bir denge rutubetine ulaşmak için çevresindeki hava ile rutubet alış verişinde bulunmakta, bu alış veriş lif doygunluk noktası altında meydana geldiği takdirde boyutları ve hacmini değiştirmekte, yanabilmekte, biyotik ve abiyotik etkenlerle tahrip edilebilmektedir [Örs ve Keskin, 2008].

Ahşaptan yapılan eşyalar, nemden, havadan, kimyasal maddelerden, vurma aşınma sürtünme gibi fiziksel etkilerden bozulur. Bu etkiler ağaç eşyanın ömrünü kısaltır. Ayrıca, mikroorganizma adı verilen çok küçük canlılar ve bazı böcekler de yaşamlarını sürdürmek için ağacı yıkımlar [Şanıvar, 1978].

Bakır, krom ve bor ile emprenye edilen ağaç malzeme yüzeyindeki bakır krom tuz solüsyonu sebebiyle ağaç malzemenin tahrip edici faktörlere karşı yüksek direnç kazandığı bildirilmiştir [Sell ve Feist, 1985].

Çeşitli emprenye maddeleri, borik asit ve borax'ın % 5.5 çözeltisi ile emprenye edilmiş okalıptus (*Eucalyptus Comaldulensis* Dehn) odununda borlu bileşiklerin yanma direncini arttırdığı bildirilmiştir [Örs ve ark., 1999].

Çeşitli empenye maddeleri, borik asit ve borax'ın % 5.5 çözeltisi ile empenye edilmiş sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) odununda borlu bileşiklerin yanma direncini arttırdığı, SİM'lerin yanmayı artırıcı etkilerini azalttığı bildirilmiştir [Örs ve ark., 1999].

Çeşitli empenye maddeleri, borik asit ve borax'ın % 3 çözeltisi ile empenye edilmiş melez odununda borlu bileşiklerin yanma direncini arttırdığı borik asit ve borax karışımının birlikte kullanılması durumunda yanmayı önleyici etkinin daha da artacağı tespit edilmiştir [Sönmez ve ark., 2002].

Çeşitli empenye maddeleri, borik asit ve borax'ın % 3 çözeltisi ile empenye edilmiş kokarağaç odununda borlu bileşikler yanma direncini arttırmış, borik asit ve borax karışımı kullanılması halinde yanmayı önleyici etkinin daha da artacağı bildirilmiştir [Örs ve ark., 2002].

Borik asit ve borax ile empenye edildikten sonra yüzeylerine sentetik ve poliüretan vernik uygulanan kızılçam ve alyantus odunlarında borlu bileşiklerin yanma direncini olumlu yönde iyileştirdiği bildirilmiştir [Baysal, 2003].

Çeşitli empenye ve üst yüzey işlem maddeleri ile empenye edilmiş sarıçam ve kestane odunlarında poliüretan ve sentetik verniğin yanma direncini etkilemediği, bildirilmiştir [Örs ve ark., 1999].

Çeşitli empenye maddeleri, borik asit ve borax'ın % 3 çözeltisi ile empenye edilmiş sakallı kızılğaç odununda borlu bileşiklerin yanma direncini arttırdığı, SİM'lerin yanmayı artırıcı etkilerini azalttığı bildirilmiştir [Örs ve ark., 2002].

Bakır, kromat ve borik asit içeren GC811 empenye maddesinin odunun mantarlara karşı korunmasında % 7'lik çözeltisinin en uygun olduğunu belirlemiştir [Guerra, 1988].

Hindistan ağaç türlerinden *Drancontomelum mangiferum* Blume'den üretilen kaplamaların yangın önleyici ve biyolojik zararlılara karşı etkisi bakımından %

1.5'luk borik asitle emprenyesinde kontrplaklarda yapışma direncini etkilemediğini belirlemişlerdir [Shukla ve Rajawat, 1987].

Bakır Krom Bor'un (CCB) *Pinus densiflora* örneklerinde CCA'ya oranla daha etkili koruyuculuk sağladığını belirlemişlerdir [Kang ve ark., 1987].

Hevea brasiliensis odununun % 10'luk borik asit/borax +% 0.5'lik PCP (pentaklorofenol) ile hem kurutulması hem de aynı zamanda emprenyesinin sağlanması yönünde başarılı sonuçlar aldığını bildirmiştir [Reghu, 1989].

Üç hafta süreyle 1-2 saat arasında 80 °C de Bakır krom bor'un (CCB) buhar halinde uygulanmasının emprenye sırasında herhangi bir çevre kirliliğine yol açmayacağını bildirmektedirler [Wagner ve ark. 1987].

% 1'lik fenil borik asitle ağaç malzemenin emprenye edilmesi halinde çalışmasının büyük oranla önlendiğini ve termit ve çürüklük mantarlarına karşı yeterli direncin sağlandığını bildirmiştir [Yalınkılıç, 2000].

Borlu bileşiklerin (Borik asit, Borax, Sodyum perborat vb.) sulu çözeltilerinin tümü ağırlık kaybı (AK) bakımından kontrolden daha uygun sonuçlar vermesinin borun ağaç malzemedede yanmayı engelleyici etki gösterdiği şeklinde yorumlanabileceğini bildirmişlerdir [Hafızoğlu ve ark, 1995].

Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilen ağaç malzemedede yanma özellikleri açısından en uygun maddenin Parafin+Borik asit+Borax'ın % 15'lik çözeltisi olduğunu tespit etmiştir [Baysal, 1994].

Cennet ağacının (*Ailantus altissima* Mill) borlu bileşiklerle emprenyesinden sonra fiziksel özellikleri ve yanma özelliklerini incelemiş, yanma sonucu oluşan ağırlık kaybı (AK) bakımından en etkili kimyasal maddenin % 63'lük değerle Ba+Bx (7:3, ağırlık:ağırlık) karışımından elde edildiğini bildirmiştir [Baysal, 2002].

Bir Japon firması tarafından geliştirilen iki farklı yangın geciktirici borlu bileşiği (PHN 130 ve PHN 130G) ağaç malzemeye emprenye ederek çürüklük testleri ve

ağaç malzemenin çalışmasını test etmişler, bileşiklerin çürüklük mantarlarına karşı etkin bir koruma sağladıklarını ve ağaç malzemenin su alımını önemli derecede düşürdüklerini belirlemişlerdir [Yalınkılıç ve Baysal, 2002].

Emprenye edilmiş ağaç malzemedan üretilen beş ve sekiz katmanlı lamine ağaç malzemenin teknolojik özelliklerini araştırmıştır. Lamine elemanların dış katmanlarında Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky), orta katmanda ise kavak (*Populus nigra* Lipsky) odunlarından üretilen papel kaplamalar kullanılmıştır. Araştırmada, Tanalith-C 3310, borax, borik asit, borax+borik asit ve Di-amoniumfosfat kimyasalları yanmayı geciktirici emprenye maddesi olarak kullanmıştır. Bunun için örnekler, ASTM D 1413-76 esaslarına göre 60 dakika süreyle 760 mm Hg⁻¹'ya eşdeğer ön vakum, 60 dakika süreyle 2 atmosfer basıncında çözelti içerisinde emprenye edildikten sonra fenol-formaldehid ve melamin-formaldehid tutkalları ile yüksek sıcaklıkta preslenerek lamine ağaç malzemeler elde etmiştir. Örneklerin, eğilme direnci, elastiklik modülü, yoğunlukları, hacimsel genişleme, yapışma direnci, basınç direnci ve yanma değerleri belirlenmiştir. Deneyler sonunda; borik asit ve Tanalith-C 3310 lamine ağaç malzemelerin teknolojik özelliklerini olumsuz yönde etkilerken diğer emprenye maddeleri olumlu etkiler gösterdiğini tespit etmiştir [Özçiftçi, 2001].

Imersol Aqua ile emprenye edilen örneklerde en yüksek yapışma direnci Doğu kayınında kısa süreli daldırma yöntemi ile emprenye edilmiş ve K₃₀₃ tutkalı ile yapıştırılmış örneklerde (11.99 N/mm²), en düşük sarıçamda uzun süreli daldırma yöntemi ile emprenye edilmiş ve K₃₀₃ tutkalı ile yapıştırılmış örneklerde (8.078 N/mm²), emprenye edildikten sonra yüzeyleri zımpara işlemi yapılmış örneklerde en yüksek Doğu kayınında uzun süreli daldırma yöntemi ile emprenye edilen ve Pu ile yapıştırılmış örneklerde (12.69 N/mm²), en düşük ise Toros sedirinde uzun süreli daldırma yöntemi ile emprenye edilmiş ve SL₃₀₈ tutkalı ile yapıştırılmış örnekte (8.038 N/mm²) bulunmuştur [Örs ve ark., 2004].

Borlu bileşikler ve Amonyum Asetat ile emprenye edilmiş kontrplakların denge rutubeti ve tutkal damlaları ile elde edilen temas açısı değerlerinde yükselme görülmüştür. Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin yüzey pürüzlülüğü, ıslanabilme

yeteneği, pH ve tampon kapasitesi ile yapışma direnci ve eğilme direnci özelliklerinde meydana gelen değişiklikler; ağaç türü, tomruk buharlama işlemi ve kaplama kurutma sıcaklığına göre farklılık göstermiştir [Aydın, 2004].

Günümüzde yangın güvenliğine karşı duyulan hassasiyet nedeniyle mimarlar, yapı malzeme tasarımcıları, mobilya ve ahşap fabrikaları ahşap malzemenin yangına karşı direncinin en etkin biçimde sağlanması üzerinde önemle durmaktadırlar. Ağaç malzemenin bilinen yanma özelliklerinin yanında uygulanan emprenye, vernikleme, boyama vb. çeşitli işlemlerin yanma direncine etkisinin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir.

Ağaç malzeme çevre koşullarına bağlı olarak eskimekte ve bu süreçte bileşenleri kimyasal ve biyolojik yollarla bozunmaktadır. Bu sakıncalara karşı kurutma, emprenye ve üst yüzey işlemleri uygulanmaktadır [Highley ve Kilce, 1990].

Ağaç malzeme yüzeylerini harici etkilerden korumak ve doğal görüntüsünü belirgin hale getirmek amacıyla en fazla kullanılan koruyucu örtü gereçleri verniklerdir [Newel ve Haltrop, 1961].

Ağaç türlerinin koku, tat, renk, desen vb. fiziksel karakteristikleri farklıdır. Odunda renk bozulmaları canlı odunda yaralanma, ölü budak oluşumu, hastalık, vb. sebepler yanında odundaki bazı kimyasal maddelerin oksidasyonu veya ileri yaşlarda öz odunu oluşumu ya da tanenli odunların metallerle teması sonucu oluşan renklenmeler ile meydana gelmektedir [Banks ve Miller, 1982].

Ayrıca ağaç malzemenin yıllık büyüme halkasında yoğunluk farkından dolayı (yaz odunu, ilkbahar odunu) renk farklılıkları oluşabilmektedir [Atar, 1999].

Mobilyanın rengi, biçim, ölçü, form, denge vb. kadar önemlidir. İç dekorasyonda kullanılan halı, perde vb. tekstil ile duvar, tavan ve taban kaplamalarına uyumlu olması istenir [Atar, 1999].

Doğal halde iken ağaç malzemenin rengi çoğu zaman bu tür ihtiyaçlara cevap veremez. st yüzey işlemleri yapılmadan önce yüzeylerinde renk açma işlemi ile istenen renk uyumu sağlanabilmektedir [Atar, 1999].

Bu alışma, ülkemizde doğal olarak yetişen, ince tekstürlü, esnek ve sert bir ağaç malzeme olan Dişbudak Yapraklı vez (*Sorbus aucuparia* Lipsky) odununun Tanalith-E, Imersol Aqua, Vacsol Azure ve Borlu bileşiklerle koruyucu işlemden sonra retensiyon, basınç direnci, eğilme direnci, eğilmede elastiklik modülü ve yanma özelliklerinde meydana gelen değişmelerin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ağaç Malzeme

Genel anlamda ağaç, kökleri ile toprağa tutunmuş, gövdesi veya üst kısmı dallarla dolu, iğne veya geniş yapraklı, büyük yüksekliklere ulaşabilen, üstü kabuklu ve gövdesi odunlaşmış bir bitkidir [Zorlu, 1997; Yalınkılıç, 2008].

Boyu 5 metreden fazladır, bir ya da birden çok gövdeli ve 5 metreden kısa olan odunsu bitkiler çalı sınıfına girmektedir. Odunsu bitkilerde iç kabuk (floem) ile odun arasında kambiyum denilen, kök, gövde ve dalları tamamen saran üreyimli bir doku vardır. Kambiyum tabakası her yıl iç tarafa doğru odun (ksilem) ve dış tarafa doğru yeni iç kabuk hücreleri meydana getirir. Böylece kambiyum hücreleri her yıl vejetasyon periyodunda iç tarafa doğru bölünerek yıllık odun halkası, dış tarafa doğru ise yıllık kabuk halkası oluşturarak ağaçta çap artımını sağlar. Buna sekonder büyüme veya sekonder kalınlaşma denir. Odun yapısını oluşturan çeşitli dokuların yerleşim ve nitelikleri ile odun yapısına katılma oranları ağaç içerisindeki yerine, ağacın yaşına ve yetiştirme ortamına göre farklılık gösterir. Buna bağlı olarak odunun fiziksel ve mekanik özellikleri değişir [Örs ve Keskin, 2001].

Ağaçların ortak özelliklerine bakarak bunları gruplara ayırmak, tanımlarını kolaylaştırmak, kullanım yerlerini ve ortalama değerlerini belirlemek mümkündür [Asarcıklı ve Keskin, 2002].

2.1.1. Dişbudak yapraklı üvez (*Sorbus Aucuparia* Lipsky)

Ülkemizde Kuzey ve Kuzey-Batı Anadolu'da; Çanakkale-Balaban, Bursa-Uludağ-Septaboğan, Kastamonu-Ilgaz Dağları, Amasya, Giresun-Eğribel, Trabzon-Sümela, Çoruh-Şevval Tepe, Murgul, Kars-Sarıkamış, Kayseri-Erciyes Dağı, Ağrı-Eleşkirt Horosan arası ve Küçük Ağrı Dağı'nda yayılış alanına sahiptir.

Avrupa, Sibiryaya, Kafkasya ve ülkemizde doğal olarak yetişen Rosaceae familyasına ait olan Dişbudak Yapraklı Üvez (*Sorbus aucuparia* Lipsky) 15m nadiren daha fazla boy yapabilen, dik yükselen dalları olan, kışın yapraklarını döken ve hızlı büyüyen

bir ağaç türüdür. Işık alan ormanlarda, özellikle orman kenarlarında, çoğunlukla yüksek yağış alan alanlarda, bazen 2400m yüksekliğe kadar olan kayalık yerlerde, hemen hemen her zeminde, kuzey istikametinde bilhassa kumlu ve balçıklı topraklarda yetişmektedir. Aşırı gölge, kuraklık ve neme karşı dayanabilmektedir.

Ağacın, dişbudağa benzer yaprakları tüylüdür. Yaprakları düzenli olarak dizilmiş, 8–11–35 yaprakçıktan oluşmuştur. Küçük ve beyaz renkte olan çiçekleri Mayıs ayında açmaktadır. Küresel şekilde olan meyveler 6–9 mm ve parlak kırmızı rengindedir. Meyveleri ağustos ayında olgunlaşmaktadır. Meyveler kuşlar (karatavuk ve ardıç kuşu) tarafından besin maddesi olarak kullanılmaktadır. Ağaç ilk meyvelerini 10 yaşında verir ve 15 yaşından sonra daha fazla üretim yapmaktadır.

Meyvelerin kanamayı durduran ve güçlendirici ilaç olarak kullanım özelliği vardır. Meyvelerinde tanen, sorbitan asidi, elma asidi, limon asidi, kehribar asidi, tartarik asit, C vitamini, uçucu yağlar ve renk maddesi olarak antikiyonidin maddesi vardır ki bu madde bağırsak temizleyici, iltihap giderici, müshil, idrar söktürücü, kanamayı durdurucu ve lenf uyarıcı özellikleri vardır. Genel bir inanışa göre sihirleri kovmada etkili olduğu düşünülmektedir. Yaprakları şeytanları engellemek için Mayıs aylarında kapıya asılmaktadır.

Kurutulmuş, ezilmiş meyveleri demlemek sureti ile elde edilen çayı, ses kısıklığı durumunda gargara olarak kullanılmaktadır. Genel inanışın aksine acı olmasına rağmen zehirli değildir ve konservelerde, şarapta ve sabunlarda kullanılmaktadır. Ağacın tüm parçaları derileri tabaklamada ve kumaşları siyaha boyamada kullanılmaktadır.

Düzgün, parlak ve grimsi kahverenginde kabuğu vardır. Diri odunu çok geniş, öz odunu açık kahverengi ile kırmızımsı kahverenginde ve sık şeritlidir. Yıllık halka sınırı belirgin, traheler dağınık, ancak yarı-halkalı yapıya eğilimli, çoğunlukla tek tek, hafif köşeli şekildedir. Esnek ve sert odunları tornacılıkta, oymacılıkta, alet sapı, direk, baston üretiminde kullanılmaktadır.

Cinsin Kuzey Yarım Küresi'nin değişik bölgelerinde yayılmış 85100 kadar türü vardır ve bunlar dikkati çeken beyaz çiçekleri, olgunlaştıklarında göz alıcı parlak renkli meyveleri, sonbaharda sararıp kızaran yaprakları ile hortikültürel açıdan büyük önem taşırlar [Yaltırık ve Efe, 1994].

Üvezler, 17 taksonu ülkemizde doğal olarak yayılır ve üretim yöntemi bakımından iki gruba ayrılır. 1. Ağaç formundaki üvezler. *Sorbus domestica* L., (üvez), *S. torminalis* L., (Akçaağaç yapraklı üvez), *S. Acuparia* L. (kuş üvezi). 2. Küçük ağaç veya çalı formundaki üvezler *S. Umbellata* (Desf.) Fritsch., (ak üvez), *S. Persica* Hedl. [Gültekin ve ark., 2006].

Sürgünleri dikensiz, kışın yapraklarını döken ağaç veya çalılardır, tomurcukları oldukça büyük üzerleri kiremitvari dizilmiş pullarla örtülmüştür. Yaprakları tüysü veya sade (loplu veya dişli)'dir, sürgünlere sarmal dizilmişlerdir. Çiçekler teker teker değil birçoğu bir arada terminal bileşik-şemsiye tipi kurul oluştururlar. Çiçekler beyaz veya ender olarak pembedir, çanak ve taç yapraklarının sayıları 5, etaminler 15-20, pistil 2 karpelden oluşmuştur, her bir karpelde 2 tohum tomurcuğu bulunur. Yalancı sulu meyve olgunlaştıkça sarı, kırmızı, portakal sarısı, kırmızı-kahve rengi veya beyaz renklidirler. Verimli iyi drenajlı ve rutubetli topraklarda yetişirler, güneşli kuru topraklarda gelişemezler, hafif gölgeye dayanıklıdır. Normal olarak tohumla ancak seçilmiş formları veya kültivaralrı aşı veya daldırma yolu ile üretilebilir çoğaltılabilir [Yaltırık ve Efe, 1994].

İlgili standartlara göre hazırlanan deney örnekleri ile TS 2472/1976: Odunda, Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, TS 4083/1983: Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Çekmenin Tayini ve TS 4084/1983: Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini standartları dikkate alınarak fiziksel özelliklerden tam kuru ve hava kurusu yoğunluk, daralma (boyuna, radyal, teğet) ve genişleme değerleri belirlenmiştir. Dişbudak yapraklı üvez odununun tam kuru yoğunluk değeri 0.737 gr/cm³ hava kurusu yoğunluk değeri 0.801 gr/cm³, radyal daralma % 4.60, teğet daralma % 7.48, boyuna daralma % 0.41 ve hacimsel daralma % 15.048, radyal genişleme % 5.11, teğet genişleme % 8.49, boyuna genişleme % 0.59 ve hacimsel genişleme % 18.465 olarak tespit edilmiştir.

İlgili standartlara göre hazırlanan mekanik deney örnekleri ile; TS 2474/1976: Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, TS 2478/1976: Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, TS 2595/1977: Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı Tayini, TS 2477/1976: Odunun Çarpmada Eğilme Dayanımının Tayini, TS 2479/1976: Odunun Statik Sertliğinin Tayini ve TS 2476/1976: Odunun Liflere Dik Doğrultuda Çekme Gerilmesinin Tayini standartları dikkate alınarak çalışmalar yapılmıştır. Eğilme direnci 115.571 N/mm^2 , eğilmede elastikiyet modülü 9843.857 N/mm^2 , liflere paralel doğrultuda basınç direnci 55.027 N/mm^2 , eğilme (şok) direnci 14.849 j/cm^2 , liflere dik doğrultuda çekme direnci 6.187 N/mm^2 , enine sertlik 26.435 N/mm^2 , radyal sertlik 11.816 N/mm^2 ve teğet sertlik 14.437 N/mm^2 olarak tespit edilmiştir [Korkut ve ark., 2008-2009].

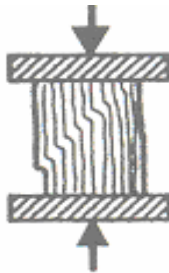
2.2. Ağaç Malzemenin Bazı Teknolojik Özellikleri

2.2.1. Basınç direnci

Ağaç malzemenin yapılarda, el sanatları ve sanayide kullanılmasında önemli olup liflere dik yönde paralel yöndekinin % 10-20'si kadardır. Diğer malzemelerden farklı olarak ağaç malzemede liflere paralel yöndeki basınç direnci bu yöndeki çekme direncinin % 50'si kadardır.

Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için örnek alma metotları TS 2470, basınç direnci deney esasları; liflere dik yönde TS 2473, liflere paralel yönde TS 2595 de belirlenmiştir.

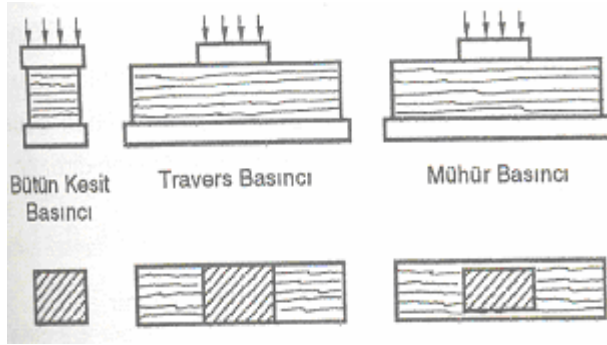
Liflere paralel yönde basınç direnci deneyinde kırılma sınırına yaklaşıldığında Şekil 2.1 'de ezilme meydana gelerek sert doku kısımları yumuşak doku içerisine çöker.



Şekil 2.1. Liflere paralel yönde basınç direnci

Ezilme anında liflere meyilli konumda kayma ve lifler yönünde yarıma ya da boşluk oluşur. Örnek yoğunlukları deneyden önce, rutubetler ise deneyden sonra belirlenir. Kırılma anındaki yük(F_{max}) ve örnek enine kesit alanı(A) için basınç direnci $\sigma_{B/F}=F_{max}/A$ eşitliğinden hesaplanır.

Yapılarda ahşap kirişler ve demir yolu traversleri liflere dik yönde basınç etkisindedir. Bu etki sonucunda hücre lümenlerindeki boşluklar gitgide kapanarak sıkışma ve ezilmeler meydana gelir. Ağaç malzemenin liflere dik yöndeki basınç direnci deneylerinde; bütün kesit basıncı, travers basıncı ve mühür basıncı olmak üzere üç farklı yükleme şekli uygulanır (Şekil 2.2).

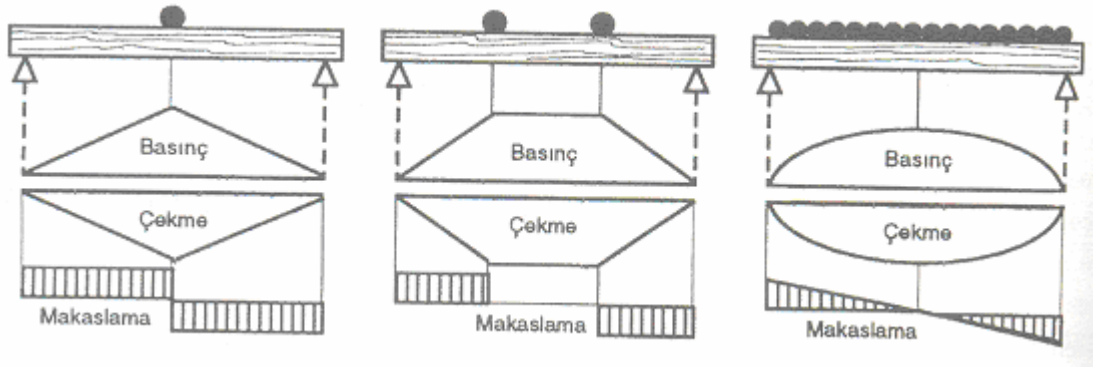


Şekil 2.2. Liflere dik basınç direnci deneylerinde yükleme şekilleri

Liflere dik yönde basınç direnci deneyi yükleme hızı dakikada $10\text{kp}/\text{cm}^2$ artırılarak örnek kalınlığının yüzde biri ($b \times 0.001 \approx 0.5\text{ mm}$) kadar ezilme sağlanıncaya kadar sürdürülür.

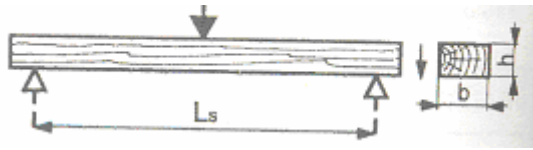
2.2.2. Eğilme direnci

İki ucundan birer destek üzerine yerleştirilen ağaç malzemeye liflere dik yönde eğilme etkisi yapan bir kuvvet uygulandığında orta tabakada herhangi bir zorlanma olmadığı halde (nötr tabaka) üst kısımlar sıkıştırma, alt kısımlar çekme zoru etkisinde kalır. Kuvvetin uygulama noktasında ise kesme (makaslama) zoru etkilidir. Malzeme içindeki gerilmelerin dağılışı yüklemenin tam ortadan, merkeze göre simetrik iki noktadan ve malzeme boyunca yeksenak şekilde yapılması hallerine göre değişir (Şekil 2.3).



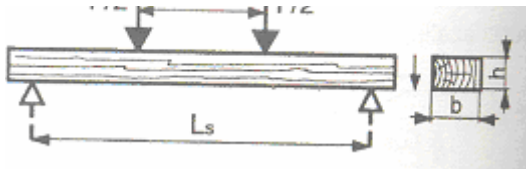
Şekil 2.3. Eğilme direnci deneylerinde yükleme şekilleri

Ağaç malzemenin eğilme direnci deneyi TS 2474 esaslarına göre yapılır. Kusursuz küçük boyutlu örneklerde kuvvet tam ortadan uygulanarak kırılma anındaki yük (F_{max}) için eğilme direnci;



$$\sigma_e = \frac{3F_{max} \cdot L}{2bh^2} \text{ N/mm}^2 \quad (2.1)$$

eşitliğinden hesaplanır. Uygulama boyutundaki yapı malzemesinde ise kuvvet merkeze göre simetrik iki noktadan uygulanır. Bunun nedeni kuvvet uygulama noktaları arasında makaslama gerilmesi oluşmadan malzemenin bu noktalar arasında en zayıf yerden kırılmasını sağlamaktır. Bu durumda eğilme direnci;



$$\sigma_e = \frac{3F_{max} \cdot (L_s - L)}{2bh^2} \text{ (N/mm}^2) \quad (2.2)$$

eşitliğinden hesaplanır ($F = 2F/2, L_s/3 \geq L \geq 200$ mm).

Eğilme deneyinde, çekme direnci çoğunlukla basınç gerilmesinden fazladır. Bu nedenle eğilme direnci, basınç ve çekme direnci arasında olup çekme direncine yaklaşır.

2.2.3. Eğilmede elastiklik modülü

Eğilmede elastiklik modülü (E_e) kuvvetin dayanak noktalarına göre tam ortadan tesir etmesi halinde; dayanak noktaları arasındaki açıklık L_s , örnek enine kesit genişliği b , yüksekliği h , elastiklik deformasyon bölgesinde F_1 ve F_2 kuvvetleri farkına (ΔF) karşılık oluşan eğilme miktarları farkı Δf ise;

$$E = \frac{\Delta F \cdot L^3}{4 \cdot b \cdot h^3 \cdot \Delta f} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (2.3)$$

eşitliğinden hesaplanır [Örs ve Keskin, 2008].

2.3. Ağaç Malzemenin Yanma Özelliği

2.3.1. Yangın

Yanıcı maddelerin ısı ve oksijenle birleşmesi sonucu oluşan kimyasal olaya yanma denir. Yanma olayı, milyonlarca buhar molekülünün hızlı oksidasyonu olarak da tanımlanabilir.

Yangın ise, zaman ve mekanda kontrol dışı gelişen yanma olgusudur [Sunar, 1983].

Yangının felaket olarak nitelendirilmesi, kontrol dışı bir olgu olmasından ileri gelmektedir.

Yangın, tabii afetler içerisinde düşünülmesi gereken önemli bir konudur. Geçmişte meydana gelen yangınlar can ve mal kayıplarının yanı sıra şehir dokularının bile değişmesine sebep olmuştur. Günümüzde de görülen bu sorun önemli derecede mal ve iş gücünü yok etmekte, manevi değeri ölçsüz tarihi öneme sahip kültürümüzün seçkin örnekleri yangınlarla birer birer yitirilmektedir [Uysal, 1997].

Yangınlar çoğunlukla konutun içerisinde bulunan eşyalardan başlamaktadır. Direkt olarak konutun ağaç malzeme kısmından başlamamaktadır. Ancak, konut içerisinde başlayan yüzeysel yangınlarda sıcaklık çok kısa zamanda yüksek derecelere ulaşarak çevredeki her türlü eşya, malzeme ve yapının konstrüksiyonunda yangının başlamasına neden olmaktadır. Böylelikle tehlike ve zarar çok büyük boyutlara ulaşmaktadır [Uysal, 1997].

2.3.2. Sıcaklığın ağaç malzemeye etkileri

Ağaç malzemenin yanabilirliği yanında, yanma hızı ve derecesi özel bir öneme sahiptir. Yanma olayı oksijen yokluğunda gerçekleşmediğinden geniş enine kesitli ağaç malzeme yüzeyinde yavaş bir yanma olduktan sonra kömürleşme başlar. Sıcaklık yükseldiğinde, malzemedен yüzeyde tutuşarak yanan gazlar çıkar. Sıcaklık daha da arttığında yüzeyde kömürleşme (charring) başlar [Uysal, 1997].

Yangın geciktiricilerle işlem görmüş ağaçların kömür tabakasının mikro yapısal incelemesi yapıldığında; işlem görmemiş ağaca göre farklı kömürleşme olduğu, bu kömürleşme içerisinde yangın geciktiricilerin makro parçalarının bulunduğu bu parçaların oluşumu, kömürleşme derecesi ve kömürün görünümü üzerinde etkili olmaktadır [Zicherman, 1982].

Ağaç malzemenin termik iletkenliği düşük olup, çeliğin % 0.4'ü, bakırın % 0.05'i kadardır. Bu nedenle izolasyon malzemelerinden olan mantar, alçı plaster vb. ile aynı gruba girmektedir [Vurdu, 1985].

Odunun karmaşık yapısı yanma davranışının matematiksel bir fonksiyon olarak açıklanmasını zorlaştırır. Odunun özellikleri lif yönü ile birlikte değişmektedir. Örneğin; liflere paralel termal iletkenlik değeri liflere dik iletkenlik değerinin yaklaşık iki katıdır. Gaz permeabilitesinde daha da büyük farklar vardır. Liflere paralel yöndeki gaz permeabilitesi, liflere dik yöndeki gaz permeabilitesinin 10^3 katıdır [Roberts, 1971].

Dolayısı ile uçucu maddelerin odundan lif yönü doğrultusunda uzaklaşmaları daha kolaydır. Yanan bir tomruk enine kesitinde oluşan yoğun alevlerin nedeni de yanıcı ve uçucu gazların bu noktalardan yoğun çıkışıdır [Drysdale, 1998].

Ağaç malzemenin fiziksel yapısı, 300 °C sıcaklığın üstünde hızla bozunmaya başlar. Fiziksel yapıdaki bu bozunma ilk önce yüzeyde görülür, kömürleşmiş üst tabaka içinde liflere dik küçük yarıklar oluşur. Kömürleşmiş tabakanın derinliği arttıkça bu yarıklar genişler ve timsah sırtı olarak adlandırılan karakteristik yarıklı şekil oluşur [Roberts, 1971].

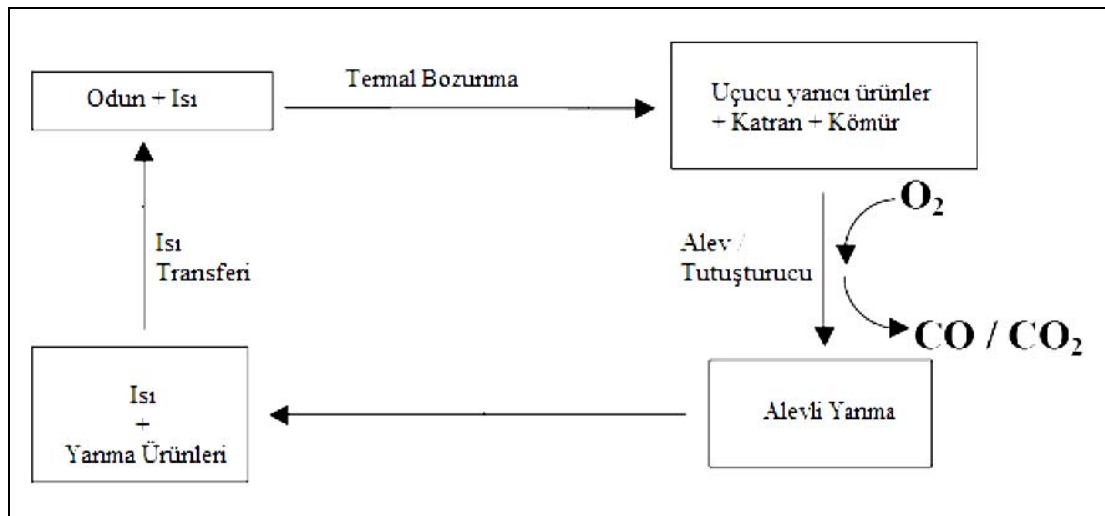
100°C' nin üzerindeki sıcaklıklarda kimyasal bağlar kırılmaya başlar. 100°C – 200°C arasındaki sıcaklıklarda CO₂, organik bileşikler ve su buharı gibi ürünler oluşur. 200°C üzerinde selüloz parçalanır, katran ve yanıcı uçucular ortama yayılabilir. Odun 300°C' nin üzerindeki sıcaklıklara maruz kalması sonucunda, kimyasal yapısında değişiklikler meydana gelir ve bu durum özelliklerini etkiler. Değişikliklerin boyutu, sıcaklık derecesine ve maruz kalma süresine bağlıdır. Kimyasal yapıdaki değişiklikler odunun direnç değerlerini düşürür, rutubetinde ve uçucu yağlarda ağırlık kayıplarını ortaya çıkarır [Le Van, 1989].

Eğer uçucu bileşikler hava ve tutuşma sıcaklığını sağlayacak ısı ile karşılaşılırlarsa yanma reaksiyonu meydana gelir. Bu ekzotermik reaksiyondan katı maddeye doğru yayılan enerji piroliz ya da yanma reaksiyonunu meydana getirir. Eğer yanıcı karışım görünür spektrumda radyasyon yayarsa olay alevli yanma olarak adlandırılır [Le Van, 1989].

100°C' nin altındaki sıcaklıklarda da kalıcı direnç kayıpları meydana gelebilir. Kaybın büyüklüğü rutubet miktarına, ısıtma ortamına, maruz bırakma süresine ve ağaç türüne bağlıdır. 100°C' nin altındaki sıcaklıklarda odundaki karbonhidrat miktarındaki ağırlık kaybı önemli miktarda olmamasından dolayı meydana gelen bu direnç kaybının termal bozunma ile ilgili olmadığı düşünülmektedir. Direnç değerlerindeki bu azalma büyük bir olasılıkla depolimerizasyon reaksiyonlarına bağlıdır. Odunun yanmayı geciktirici kimyasal maddeler ile emprenye edilmesi durumunda mekanik direnç değerlerinde azalmalar oluşabilmektedir. Bu durum

dehidrasyon ve depolimerizasyon reaksiyonlarını katalizleyen kimyasal maddelerin varlığına bağlıdır [Le Van, 1989].

Odunun termal bozunması üç kademeli olarak gerçekleşmektedir. Birinci aşamada; odunun pirolizi ya da ısınması ile kömür (katı kalıntı), katran (sıvı kalıntı) ve gazlar oluşmaktadır. Odunun tipi ve yanma koşullarına bağlı olarak gaz fazındaki madde miktarı artmaktadır. İkinci aşamada ise; uçucu gazların oksijen ile reaksiyonu gerçekleşmektedir. Reaksiyonun gerçekleşmesi için uygun bir tutuşturucu kaynağın olması gerekmektedir. Üçüncü aşamada; ekzotermik reaksiyon sonucunda oluşan ısı, katı odun / kömürün pirolizinin devam etmesini sağlamaktadır. Böylece daha fazla miktarda uçucu madde açığa çıkmaktadır. Dolayısı ile oluşan ısı, tekrar odun yüzeyine dönmekte ve bir döngü oluşturmaktadır (Şekil 2.4). Bu döngü odun çevresinin tamamen kömür ile kaplanıp bütün olası gazların çıkışına kadar devam etmektedir [Russell ve ark., 2004].



Şekil 2.4. Odunun yanma döngüsü [Russell ve ark., 2004].

Odunun farklı sıcaklıklara gösterdiği tepkiler Çizelge 2.1' de özetlenmiştir.

Çizelge 2.1. Odunun farklı sıcaklıklara gösterdiği tepkiler [Russell ve ark., 2004].

Sıcaklık (°C)	Reaksiyonlar
100-200	Odun düzenli olarak ağırlık kaybeder ve CO ₂ gibi yanıcı olmayan gazlar, az miktarda formik asit, asetik asit ve su buharı meydana gelir.
160	Ligninin bozunmasıyla birlikte odun yüzeyinde kömürleşmiş tabaka oluşumu başlar.
200-260	Ekzotermik reaksiyonlar başlar. Parçalanma ürünleri olan gazların ve yüksek kaynama noktasına sahip katran oluşum miktarının artması ekzotermik reaksiyonların başlamasının işaretidir. Ayrıca düşük kaynama noktasına sahip hidrokarbonların açığa çıktığı alanlarda yanma görülür.
275-280	KontROLSÜZ olarak yüksek miktarda ısı açığa çıkar. Metanol, etanoik asit ve bu maddelerin homologları olan gaz ve sıvı ürünlerde artış olur.
280<	Gaz çıkışı ve kömürleşmiş tabaka oluşumu hızlanır. 280 - 320 °C pik sıcaklık aralığında reaksiyonlar oldukça ekzotermiktir.
300<	Eğer bu noktada yeterli oksijen varsa gaz karışımı tutuşur. Yanma, odunun kendi yüzeyinden ziyade yüzeyin biraz üzerinde gaz fazda devam eder. Bu noktada ısı kaynağının ortamdaki uzaklaştırılmasından sonra da odun yanabilir. Odun, özelliğine bağlı olarak 300 – 400 °C sıcaklık aralığında tutuşur. Yanma bütün odun bileşenlerinin ve uçucu gazların yanmasına kadar devam eder. Yanma yaklaşık 450 °C sıcaklığa kadar devam eder.
450<	Geriye kömür kalır. Karbondioksit, karbonmonoksit ve suyun okside olması ile bozunma daha da ileri gider.

500°C sıcaklık seviyesi üzerinde odun, hızlı termal bir bozunmaya uğramaktadır. Bu bozunma sonucunda odun, biyolojik bir yakıtla dönüşmektedir. 500°C ile 1300°C sıcaklıklar arasında odun katranı, kömür ve gazlardan oluşan birçok ürün elde edilmektedir [Şahin, 2005].

2.3.3. Odun bileşenlerinin termal bozunması

Odunun termal bozunması selüloz, hemiselüloz ve lignin bileşenlerinin ayrı ayrı bozunmalarının toplamı olarak açıklanabilir. Ancak, odunun kendi termal bozunması, bileşenlerinin toplam bozunmasından farklı olabilir. Bu yüzden termal bozunma üzerine araştırmalar tek tek bileşenlerin ve odunun kendisinin analizlerini kapsamaktadır [Le Van, 1989].

Bileşenlerin, odunun termal bozunma reaksiyonları üzerine etkileri, odunda meydana gelen ağırlık kaybının ve sıcaklığın bir fonksiyonudur. Holoselülozun bozunması, (α -selüloz+hemiselüloz) odunun bozunmasını takip eder. Lignin bozunma periyodunun, holoselülozdan bir derece daha önce başlamasına rağmen, genel olarak selüloz ve holoselülozdan daha yavaş oranda pirolize uğrar. Ayrıca, lignin miktarı son ürünlerdeki

kalıntı ağırlığı ile doğru orantılıdır. Odun ve α -selüloz aynı hızla termal bozunmaya uğruyor gibi görünmesine karşın, odunun termal bozunması α -selüloza göre biraz daha düşük ($< 300^{\circ}\text{C}$), holoselüloza göre daha yüksek ($>300^{\circ}\text{C}$), sıcaklıklarda başlar. Odunun 300°C 'nin altındaki sıcaklıklardaki termal bozunması, temelde odundaki hemiselüloz ve holoselüloza bağlıdır. Odunun termal bozunması, α -selüloz ve holoselülozun termal bozunmasını yakın olarak seyrederek. Bunun nedeni α -selüloz ve holoselülozun sırasıyla odunun % 50 ve % 75'ini oluşturmasıdır [Le Van, 1989].

2.3.4. Yangının yapı malzemelerine etkisi

Ağaç malzeme yanabilir olmasına karşın, diğer yapı malzemelerine göre yangına katkısının minimum düzeyde olduğu ve yangının ilk aşamalarında da olsa mükemmel direnç özellikleri gösterdiği bilinmektedir. Yangının yayılmasına karşı nispeten yüksek direnç gösterirken, önemli bir tahribat veya direncinde hızlı bir azalma oluşmamaktadır. Örneğin, çelik ergime noktasına ulaştığında aniden çökerken, özellikle çelik kısımları çevreleyen ve demir aksamı içine alan beton meydana gelen gerilim farkından dolayı çatlamakta veya parçalanmaktadır. Beton içerisindeki demir çubuklar ergime noktasına ulaştıklarında yüksek bir gerilme etkisi altında kaldıklarından yapının tümünün çökmesi önlenirse bile büyük ölçüde tahrip olunmasına engel olunamamaktadır. Hatta, demir ve çelik aksam ergime noktasına ulaşmadan yangın söndürülmesine rağmen, meydana gelen gerilmeler nedeniyle deformasyonların ve ayrılmaların bir süre daha devam ettiği bildirilmektedir [Eriç, 1985; Uysal, 1997].

Harç ve beton malzemelerin yangına dayanımları, bağlayıcının direnci ile ilişkilidir. Çimento hamurunun sıcaklıklara göre davranışı farklılık gösterir. Çimento hamuru ilk ısınma ile genişler, sonra büzölmeye uğrar ve sonuçta tekrar dengeleyici bir genişleme gösterir. 100°C 'de termik genişlemeye uğrayan çimento hamurundan $98-102^{\circ}\text{C}$ 'de fiziki bağlı suyun büyük miktarı çıkar. 102°C ile 530°C 'ler arasında, özellikle $300^{\circ}\text{C}-500^{\circ}\text{C}$ arasında kimyasal bağlı suyun ayrılmasıyla bir daralma görülür. 530°C üzerindeki dengeleyici ısı genişmeleri, hidratların tekrar artan sıcaklıklarda okside olmaları ve yapısal dağılmalara rastlanmaktadır. Harç ve betonlar karışım nispetlerine göre, tabii taşlarda görüldüğü gibi ısı genişlemeye uğrarlar. Bağlayıcının büzölme etkisi harç ve betonların azalan bağlayıcı miktarı ile düşer. Çakıllar ve iri kumlar

575°C sıcaklıkta % 0.7 ile % 1.4 lük bir genleşme gösterirler. Bu nedenle, çakıl ve iri kumlar yangına mukavim harç ve betonlar için uygun değildir [Eriç, 1985; Uysal, 1997].

Yangında artan sıcaklık metal yapı malzemelerinde özellik değişimine ve büyük genleşmelere neden olur. Buna bağlı olarak aşağıdaki davranışlar izlenir;

- Akma sınırının düşüşü, çelikte 400°C' de,
- Mukavemet düşüşü, çelikler mukavemetlerini 300°C' de kaybederler, 450°C' de mukavemet müsaade edilen asgari mukavemetin altına düşer. Alüminyum 100°C -150°C' de mukavemetini kaybeder. Çekme mukavemeti ilk 250°C' de ilk mukavemetinin 1/2 sine, 400°C' de 1/20'sine iner,
- Elastiklik modülü, çelikte 400°C' de % 15 , 600°C' de ise % 40 düşüş gösterir. Deformasyonun hızlı artışı taşıyıcılarda büyük şekil değişikliklerine sebep olur. Alüminyum 600°C' de erir [Eriç, 1985; Uysal, 1997].

Diğer organik maddelerde de olduğu gibi ağaç malzemenin de oksijen, malzemenin kimyasal yapısındaki karbonu yakmakta ve bu arada bir yanma ısısı meydana gelmektedir. Yangın karşısında 70°C' ye kadar kuruma 270°C' ye kadar CO, CO₂ ve buhar çıkışı meydana gelir. Tutuşma sıcaklığı 250-300°C' dir [Eriç, 1985; Uysal, 1997].

Yapılarda kullanılan kiriş şeklindeki kalın ağaç malzemenin yüzeyleri ateşe maruz kaldığında, kömürleşme meydana gelmektedir. Kömürleşmiş kısımlar izolasyon maddesi gibi davranarak yanmanın ağaç malzemenin iç kısımlara nüfusunu önlemekte ve yangın ile meydana gelen tahribatın derecesi azalmaktadır. Yangın esnasında bu şekildeki ağaç malzeme aynı koşullara maruz kalmış çelik malzemenin daha az zarar gördüğü bildirilmektedir [White, 1985].

3. LİTERATÜR ÖZETİ

Korkut ve ark.,(2008-2009) çalışmalarında, dişbudak Yapraklı Üvez odununun tam kuru yoğunluk çalışmasında tam kuru yoğunluk değeri 0.737 gr/cm^3 hava kurusu yoğunluk değeri 0.801 gr/cm^3 , radyal daralma % 6.211, teğet daralma % 8.351, boyuna daralma % 0.377 ve hacimsel daralma % 15.048, radyal genişleme % 6.473, teğet genişleme % 11.400, boyuna genişleme % 0.553 ve hacimsel genişleme % 18.464, eğilme direnci 115.571 N/mm^2 , eğilmede elastikiyet modülü 9843.857 N/mm^2 , liflere paralel doğrultuda basınç direnci 55.027 N/mm^2 , eğilme (şok) direnci 14.849 j/cm^2 , liflere dik doğrultuda çekme direnci 6.187 N/mm^2 , enine sertlik 26.435 N/mm^2 , radyal sertlik 11.816 N/mm^2 ve teğet sertlik 14.437 N/mm^2 olarak tespit etmişlerdir.

Stamm (1978) çalışmasında, emprenye ve üst yüzey işlemi yapılmaksızın dış ortam şartlarında 20 yıl kalan odunda ligninin bozunduğunu, dışa yakın kısımları hariç selülozun oldukça az etkilendiğini bildirmiştir.

Uysal ve ark., (1999) çalışmalarında, Doğu kayını, meşe, sarıçam ve dişbudak odunlarını renk açma işleminden sonra verniklemişlerdir. $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$, $\text{NaOH}+\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$ çözeltilerinin kuvvetli, HCIO ve HCl çözeltilerinin zayıf renk açıcı olduklarını, sentetik ve akrilik verniklerin açık, poliüretan ve asit katalizörlü verniklerin ise daha koyu renk verdiklerini bildirmişlerdir.

Engler (1992) çalışmasında, asit etkili renk açıcıların ağaç malzemeyi derinliğine etkilemediğini, rengi açılan yüzeylerin çok hafif zımparalanması gerektiğini, aksi takdirde bu kısımlarda açık rengin kaybolacağını bildirmiştir.

Martin (1982) çalışmasında, akçaağaç, dişbudak ve meşe odunlarından elde edilen mobilyaların saydam vernikler ile verniklenmesi sonucu kaplama levha ile odunda belirli renk farklılıkları meydana geldiğini, bunun verniklemeden önce renk açma işlemi yapılarak giderilebileceğini bildirmiştir.

Özçifci ve ark., (1999) çalışmalarında, sarıçam, Doğu kayını, dişbudak ve Sapsız meşe odunlarına $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}$, $\text{NaOH}+\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$, HCIO ve HCl ile renk açma işlemi

uygulamış, daha sonra yüzeylere sentetik, poliüretan, asit katalizörlü vernikler kullanarak yüzeye yapışma direnci ve parlaklığa etkilerini araştırmışlardır. Kimyasalların parlaklık üzerine etkili olmadığını, ağaç türü ve vernik çeşidinin bu bakımdan etkili olduğunu, en parlak yüzeyi akrilik, en mat yüzeyi asit sertleştiricili verniğin verdiğini ve HCl' in verniklerin yapışma direncini azalttığını belirlemişlerdir.

Zimmerman ve McWord (1993) çalışmalarında, ceviz ve akçaağaç odunlarına oksalik asit ile renk açma işlemi uygulandığında bir süre sonra yüzeyin pembeleştiğini bildirmişlerdir.

Feireril (1984) çalışmasında, rengi açılmış kaplama levhalarından üre formaldehit tutkalı ile elde edilen kontrplağa açık kahverengi renkli vernik uygulaması sonucu canlı renk elde edildiğini bildirmiştir.

Haltrop (1972) çalışmasında, dişbudak, maun vb. ağaçlarda yapılan renk açma işleminden sonra renk, desen ve lif özelliklerinin belirginleştiğini bildirmiştir.

Arıadil ve Abbalt (1992) çalışmalarında, kostik soda, hidrojen peroksit ve alkalilerle rengi açılan okalıptüs regnans odununda parlaklığın arttığını, genel olarak buna kullanılan kimyasal maddenin ph derecesinin etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Atar (1999) çalışmasında, emprenyeli ve emprenyesiz ağaç malzeme yüzeylerinde renk açma işlemlerinin makroskobik değişim, renk, parlaklık ve yüzeye yapışma dirençlerine etkilerini araştırmış, renk açma çözeltilerinin emprenyeli ve emprenyesiz tüm örneklerde renk değişimine sebep olduğunu, renk değişimi açısından sentetik ve su bazlı verniklerin daha fazla hassasiyet gösterdiğini, parlaklığa ise renk açma çözeltilerinin etkili olmadığını belirtmiştir.

Budakçı ve Atar (2001) çalışmalarında, sarıçam odununda dış ortam şartları ve dış ortam şartları sonrası uygulanan renk açma işleminin yüzey sertlik, liflere paralel ve dik parlaklığa etkilerini belirlemek amacıyla 12 ay dış ortam şartlarında bırakılan örnekleri % 18' lik $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$, $\text{NaSiO}_3+\text{H}_2\text{O}_2$ ve $\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$ çözelti grupları ile renk açma işlemi uygulamışlardır. Buna göre, dış ortam şartlarının ağaç malzeme

sertlik, liflere paralel ve dik parlaklık değerlerini azaltıcı, dış ortam şartları sonrası uygulanan renk açma işleminin ise arttırıcı etki yaptığını bildirmişlerdir.

Uysal ve ark., (1999) çalışmalarında, renk açma kimyasallarının vernik katmanlarının sertliğine etkilerini belirlemek amacıyla sarıçam, Doğu kayını, dişbudak ve Sapsız meşe üzerinde, $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$, $\text{NaOH}+\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$, HClO ve HCl ile renk açma işlemi yaparak akrilik, sentetik, poliüretan ve asit katalizörlü vernikler uygulamışlardır. Deneyler sonucunda; doğal verniklemede, ağaç türünün vernik sertliğine etkisinin önemsiz, vernik türünün etkisinin önemli olduğunu, renk açma işleminden sonra yapılan verniklemede ise, vernik sertliğine ağaç türünün, renk açmada kullanılan kimyasal türü ve konsantrasyonunun ve vernik türünün etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Uysal ve ark., (1999b), sarıçam, Doğu kayını, dişbudak ve Sapsız meşe üzerinde, $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$, $\text{NaOH}+\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$, HClO ve HCl ' in renk açma uygunlukları ve renk açma işlemi yapılmış ağaç örneklerin yüzeylerinde akrilik, sentetik, poliüretan ve asit katalizörlü verniklerin renk değiştirici etkilerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmanın sonucunda, $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$ ve $\text{NaOH}+\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$ çözeltilerinin kuvvetli renk açıcı oldukları HClO ve HCl ' in ise zayıf renk açıcı oldukları, sentetik ve akrilik verniklerin örneklerde en açık rengi verirken poliüretan ve asit sertleştiricili verniklerin daha koyu renk verdiklerini belirlemişlerdir.

Özçifci ve ark., (1999) çalışmalarında, sarıçam, Doğu kayını, dişbudak ve Sapsız meşe üzerinde $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$, $\text{NaOH}+\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$, HClO ve HCl ile renk açma işlemi yapıldıktan sonra akrilik, sentetik, poliüretan ve asit katalizörlü verniklerle kaplanan yüzeylerin parlaklığına ve verniklerin yapışma mukavemetleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Deneylerin sonucunda; çeşitli kimyasallarla rengi açılmış yüzeyin yüzey parlaklığına etkisinin bulunmadığını, vernik ve ağaç türünün yüzey parlaklığı üzerinde etkili olduğunu belirlemişlerdir. Kullanılan verniklerden en parlak yüzeyi akrilik vernik, en az parlak yüzeyi asit katalizörlü vernik verdiğini ve renk açıcı kimyasallardan HCl çözeltilisinin verniklerin yapışma mukavemetini azalttığını belirlemişlerdir.

Özçifci ve Atar (2002) çalışmalarında, renk açıcı kimyasal maddelerin kırmızı renk tonu oluşumuna etkilerini belirlemek amacıyla karağaç odunundan hazırlanan deney örneklerine % 25' lik konsantrasyondaki $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$ ve $\text{NaSiO}_3+\text{H}_2\text{O}_2$ grupları ile renk açma işlemi yaptıktan sonra poliüretan ve poliester vernik uygulamışlardır. Çalışma sonucunda, kırmızı renk tonu en yüksek poliüretan vernik uygulanan natürel örneklerde, en düşük $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$ ve poliester vernik uygulanan örneklerde tespit etmişlerdir.

Sönmez ve ark., (2002) çalışmalarında, karağaç odunundan hazırlanan deney örneklerine % 25' lik konsantrasyondaki $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$ ve $\text{NaSiO}_3+\text{H}_2\text{O}_2$ ile renk açma işlemi gören örnekleri poliüretan ve poliester vernik ile kaplayarak, renk açıcı kimyasal maddelerin vernik katmanının yüzeye yapışma direncine etkisini belirlemişlerdir. Deney sonucunda, yüzeye yapışma direnci en yüksek kontrol ve II. grup çözelti uygulanmış örneklerde poliüretan vernik uygulamasında, en düşük poliester vernik katmanında I. ve II. grup çözelti uygulanmış örneklerde ve kontrol örneklerinde elde edildiğini bildirmişlerdir.

Atar ve ark., (2003) çalışmalarında, sarıçam odunundan emprenyeli ve emprenyesiz hazırlanan deney örneklerine % 18'lik konsantrasyondaki $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$, $\text{NaOH}+\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$, $\text{NaOH}+\text{MgSO}_4+\text{H}_2\text{O}_2$, $\text{NaHSO}_3+\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{NaSiO}_3+\text{H}_2\text{O}_2$ ve $\text{KMnO}_4+\text{NaHSO}_3+\text{H}_2\text{O}_2$ ile renk açma işleminden sonra su bazlı vernik uygulanıp renk açıcı kimyasal maddelerin vernik katman sertliğine etkilerini belirlemişlerdir. Deney sonucunda, renk açma gereçlerinin tümü ağaç malzeme yüzey sertlik değerini azaltıcı etki göstermelerine rağmen, vernikleme işleminden sonra IV. ve VI. grup hariç diğer çözelti grupları vernikli kontrol örneklerine yaklaşık eşit değerlerde sertlik verdiklerini bildirmişlerdir.

Örs ve Atar (2001) çalışmalarında, Doğu kayını odununda emprenye ve renk açma işleminin vernik katman sertliğine etkilerini belirlemek amacıyla Tanalith-CBC ve Immersol-WR 2000 ile emprenye edilmiş ve % 18' lik $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$, $\text{NaOH}+\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$, $\text{NaOH}+\text{MgSO}_4+\text{H}_2\text{O}_2$, $\text{NaHSO}_3+\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{NaSiO}_3+\text{H}_2\text{O}_2$, $\text{KMnO}_4+\text{NaHSO}_3+\text{H}_2\text{O}_2$ çözelti grupları ile renk açma işlemi yapılmış örneklere sentetik vernik uygulamışlardır. Deney sonucunda, emprenye maddeleri ve renk

açma gereçleri vernik katman sertliği üzerinde etkili olmazken, ağaç malzeme sertliğini emprenye maddelerinin artırıcı, çözelti gruplarının azaltıcı etki yaptığını bildirmişlerdir.

Uysal ve ark., (1999c) çalışmalarında, NaOH+H₂O₂, NaOH+Ca(OH)₂+H₂O₂, HCIO ve HCl ile rengi açılmış sarıçam, Doğu kayını, dişbudak ve Sapsız meşe odununun statik eğilme direncinde meydana gelen değişimleri incelemiştir. Deneyler sonucunda; en fazla eğilme direncindeki azalmaya asidik karakterdeki HCIO ve HCl çözeltilerinin neden olduğunu tespit etmiştir.

Uysal (1999), sarıçam ve Doğu kayını odunlarından hazırladığı deney örneklerini sodyum sülfat, sodyum tetraborat, bakır sülfat, potasyum nitrat, çinko sülfat ile daldırma ve basınç uygulanan yöntemlerle emprenye etmiş, daldırma metoduyla emprenye edilen örneklerin yanma özelliklerinin düşük, basınçlı yöntemlerle emprenye edilenlerin daha olumlu sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Örs ve ark., (1997) çalışmalarında, Sarıçam ve kestane odunlarından hazırlanan deney örneklerini TCBC, SİM+sentetik vernik ve SİM+poliüretan vernik ile ASTM D 1413-76 esaslarına göre emprenye ettikten sonra üst yüzey işleminde sentetik ve poliüretan vernikler ile kaplamışlardır. Deney sonucunda, T-CBC ile emprenye uygulandıktan sonra vernikleme her iki odun türünde ilk anda yanmayı geciktirici etki sağlamadığını, buna karşılık kestanede % 20, sarıçamda % 13 ağırlık kaybı olduğunu ve emprenye işlemlerinden sonra uygulanan verniklerin odunun yanma özelliklerini etkilemediğini bildirmişlerdir.

Uysal (1998) çalışmasında, odunun biyotik ve abiyotik zararlılara karşı korunması amacıyla kullanılan çeşitli emprenye maddelerinin kızılgağaç odununda yanma özelliklerine etkilerini araştırmış ve borlu bileşiklerin kızılgağaç odununda yanmayı önemli ölçüde azalttığını tespit etmiştir.

Yalınkılıç ve Örs (1996), Douglas odununu borlu bileşikler ve PEG-400'lü gruplarla emprenye ederek yanma özelliklerini incelemiş, polietilenglikollü grupların olumsuz etkilerine rağmen, borlu bileşiklerin daha etkili sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Aslan ve Özkaya (2004), odun esaslı levhaların yanma dayanımı araştırmışlardır. Denejde, fırça ile sürme ve daldırma yöntemleri, $2K_2CO_3 \cdot 3H_2O$, $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ve wolmanit-CB maddeleri ile kontrplak, OSB, MDF levhalarını kullanmışlardır. Çalışma sonunda, diğeremprenye maddelerine göre borax ile işlem gören örneklerin yanmaya daha geç başladığını, wolmanit-CB maddesine göre yanma ve alev yayma, borax emprenye maddesi ile işlem gören örneklerde daha az olduğunu bildirmişlerdir.

Yalınkılıç ve ark., (1998), odunun biyotik ve abiyotik zararlılara karşı korunması amacıyla yaptıkları bir çalışmada, çeşitli emprenye maddelerinin dauglas odunun yanma özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Sonuçta, borlu bileşiklerin sulu çözeltilerinin önemli derecede yanmayı önleyici etki gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Özen ve ark., (2001), sarıçamdan üretilen üç tabakalı lamine ağaç malzemenin yanma özelliklerini araştırmışlardır. Örnekler PVAc tutkalı ile yapıştırılmış, alev kaynaklı ve kendi kendine yanma deneylerini uygulamışlardır. Sonuç olarak, en yüksek ağırlık kaybı, O_2 miktarı, yanmamış parça ve kül miktarı orta tabakası meşe odunundan hazırlanan lamine örneklerde, en fazla CO miktarı orta tabakası küçük yapraklı ıhlamur ve sarıçam odunu olan örneklerde, en fazla sıcaklık artışı kontrol örneklerinde, en fazla CO_2 miktarı orta tabakası ak dut olan örneklerde elde edildiğini bildirmişlerdir.

Uysal ve Özçifçi, (2000), küçük yapraklı ıhlamur odunundan üretilen üç katmanlı lamine ağaç malzemenin alev kaynaklı ve kendi kendine yanma özelliklerini araştırmışlardır. PVAc tutkalı ile yapıştırılarak ürettikleri LAM örneklerin ASTM E69 standartlarında belirlenen esaslara göre alev kaynaklı ve kendi kendine yanma değerlerini belirlemişlerdir. Sonuç olarak, en fazla kütle kaybı, CO ve CO_2 miktarı orta katmanı meşe odununda, O_2 orta katmanı ak dut odununda, sıcaklık değeri orta katmanı sarıçam ve göknar örneklerde, yanmamış parça ve kül miktarı üç katmanlı ıhlamur odununda elde edildiğini bildirmişlerdir.

Baysal ve ark., (2000), bitkisel sepi maddelerinden kızılçam kabuğu, palamut meşesi, sumak yaprağı ve mazı meşesi meyvesinin tozlarının sulu çözeltileri ile muamele

ettikleri kızılçam odunu deney örneklerini, ikincil olarak bor bileşikleri ile muamele ettikten sonra, alev kaynaklı, kendi kendine ve kor hali yanma aşamalarını içeren yanma deneylerine tabi tutmuşlardır. Yanma sonucu en düşük kütle kaybının borik asit ve borax karışımı ile muamele edilen örneklerde oluştuğunu bununla birlikte, borlu bileşiklerin bireysel olarak kullanımlarında ve bitkisel sepi maddeleri üzerine ikincil olarak uygulanmaları durumunda yanma ile ilgili tüm parametreleri olumlu yönde iyileştirdiğini bildirmişlerdir.

Baysal, (2003), ağaç malzemedeki yanmayı engelleyici veya geciktirici bir madde olarak borik asit ve borax karışımı ve çeşitli doğal sepi maddeleri ile işlem görmüş sarıçam odununun yanma özelliklerini incelemiştir. Doğal sepi maddeleri incelenen yanma parametreleri üzerinde olumsuz etkide bulunduğunu, doğal sepi maddeleri ile muamele edilen sarıçam odunun yanma özelliklerinin kontrole benzer yada kötü düzeyde gerçekleştiğini ve doğal sepi maddeleri ile muamele edilen sarıçam odununun yanma ile ilgili bazı özelliklerinde istatistiksel anlamda önemli düzeyde iyileşme sağlandığını bildirmiştir.

Özen ve ark., (2000), sarıçam odunu örneklerini sodyum perborat, sodyum tetra borat, imersol ve Tanalith–CBC maddeleri ile daldırma metoduna göre emprenye ettikten sonra D–VTKA tutkalını kullanılarak ürettikleri üç katmanlı lamine ağaç malzemenin ASTM E69 standardında belirlenen esaslara uyarak yanma özelliklerini belirlemiştir. Çalışma sonunda, örneklerin yanma deneyinde sodyum tetra borat ve sodyum perborat yanmayı azaltıcı emprenye maddesi olarak tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Özçifçi, (2001), $C_2O_4H_2$, NaOH, H_2O_2 , NH_3 ve HCl çözeltilerini kullanarak rengini açtığı Sapsız meşe odununun yanma özelliklerini araştırmıştır. Bu çalışma sonucunda, en fazla ağırlık kaybını NaOH, en fazla sıcaklık artışı ve CO_2 miktarını $C_2O_4H_2$, en fazla kül miktarını ise, NaOH çözeltisinde elde etmiştir.

Özçifçi, (2001), dış katmanlarında Doğu kayını ve sarıçam, orta katmanda ise, kavak odunlarından üretilen papel kaplamaları kullanarak elde ettiği lamine ağaç malzemeleri tanalith–C 3310, borax, borik asit, borax+borik asit ve diamonyum

fosfat kimyasalları kullanarak yanma özelliklerini tespit etmiştir. Çalışma sonunda, Borik asit ve Tanalith-C 3310 lamine ağaç malzemelerin yanma özelliklerini olumsuz yönde etkilediğini, diğer emprenye maddelerinin olumlu etkiler gösterdiğini bildirmiştir.

Okcu, (2006), borax ve çinko klorür ile emprenye ettiği iki, üç ve dört katmanlı lamine ağaç malzemenin yanma özellikleri araştırmıştır. Çalışma sonunda, emprenye maddesinin uygulanması ve lamine katman sayısının artmasının lamine ağaç malzeme yanma direncini arttırdığını bildirmiştir.

Özkaya, (2002), tabakalı ağaç malzemelerden kavak kontrplak, MDF ve OSB' ye yanmayı geciktirici etkilere sahip olan $2K_2CO_3 \cdot 3H_2O$, $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ve wolmanit maddeleri ile emprenye ederek yanmaya karşı gösterdikleri dirençleri araştırmıştır. Bu çalışma sonunda, sırasıyla, OSB-Borax-Daldırma, MDF-Potasyum Karbonat-Daldırma, MDF-Borax-Daldırma, OSB-Potasyum Karbonat-Daldırma kombinasyonlarının yanmaya karşı en çok direnç gösterdiklerini bildirmiştir.

Uysal ve Kurt, (2006), polivinil asetat ve fenol formaldehit tutkalları kullanarak Uludağ göknarından üç tabakalı olarak ürettikleri ve $(NH_3)_2P$, $Al_2(SO_4)_3$, K_2CO_3 , $CaCl_2$, $ZnCl_2$, maddeleri ile emprenye ettikleri malzemelerin yanma özelliklerini araştırmışlardır. Çalışma sonunda, yanmaya en dayanıklı çinko klorür ile emprenye edilmiş fenol formaldehit tutkalı kullanılarak üretilmiş malzeme olduğunu bildirmişlerdir.

Örs ve ark., (1999) çalışmalarında, polietilenglikol (PEG-400) ve bazı su itici maddelerin yanmayı artırıcı özelliklerini iyileştirmek amacıyla sarıçam odunundan hazırladıkları deney örneklerini, emprenye maddelerinden borik asit, borax, sodyum perborat'ın sulu veya PEG-400' de çözündürülmüş preparatları, su itici maddelerden, parafin, stiren, metilmetakrilat ve izosiyanat ile muamele etmişlerdir. Çalışma sonunda, borlu bileşiklerin odunun yanma direncini artırdığını ve su itici maddelerin yanmayı artırıcı etkilerini belli oranda azalttığını belirlemişlerdir.

Örs ve ark., (1999), suda çözünen tuzlarla emprenye etmenin yanmaya dayanıklılığı üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada, yaygın olarak kullanılan sarıçam ve Doğu kayını odunlarını KNO_3 , $ZnSO_4$, $Na_2B_4O_7$, Na_2SO_4 ve CU_2SO_4 ile emprenye etmişlerdir. Çalışma sonunda, CU_2SO_4 , $ZnSO_4$ ve Na_2SO_4 ' ın sarıçam ve kayında yanmaya dayanıklılık kazandırdıklarını bildirmişlerdir.

Örs ve ark., (2002), bazı emprenye maddelerinin Kokarağaç odununun yanma özelliklerine etkilerini araştırmak amacıyla hazırlanan deney örneklerini Tanalith-CBC, Borax, Borik asit, Borik asit + borax karışımı, Vacsol-WR, Imersol-WR 2000, Polietilenglikol-400 ve Stiren ile emprenye etmişlerdir. Deney sonucunda, kokarağaç odununun borax ile vakum metodu uygulanarak emprenye edildiğinde yanma dayanımının yüksek düzeye ulaştığını ve vinil monomerlerden stiren ve vacsol-WR' in yanmayı önleyici etki gösterdiğini belirlemişlerdir.

Baysal ve ark., (2003), kızılçam ve cennet ağacı odunlarının yanmasının geciktirilmesi ve yanma özelliklerinin belirlenmesi amacıyla borik asit ve borax karışımı ile emprenye edip, poliüretan ve sentetik vernik türleri uyguladıkları çalışmada, cennet odunu deney örneklerinin yanma özelliklerinin kızılçam odunu deney örneklerinden daha iyi sonuçlar verdiğini belirlemişlerdir.

Peker ve ark., (2004), bazı emprenye maddelerinin Ladin odununun yanma özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla, hazırlanan deney örneklerini Tanalith-CBC, Borax, Borik asit, Borikasit + Borax karışımı, Vacsol-WR, Polietilenglikol 400 ve Stiren ile emprenye etmişler, deney sonucunda, ladin odununda tuzların vakum metodu uygulanarak emprenye edildiğinde yanmayı geciktirici etkisinin arttığını belirlemişlerdir.

Terzi (2008) çalışmasında, monoamonyum fosfat (MAP), diamonyum fosfat (DAP) ve amonyum sülfat (AS) gibi günümüzde yanmayı geciktirici olarak kullanılan ve didesil dimetil amonyum klorid (DDAC) ve didesil dimetil amonyum tetraflorborat (DBF) gibi yanmayı geciktirici etkileri bilinmeyen kimyasal maddeler ile emprenye edilmiş masif ve kontrplak malzemenin yanma özelliklerini incelemiştir. Çalışma sonucunda, % 4 MAP, DAP ve AS çözeltilerinin yanmayı geciktirici etkilerinin

olduğunu bunun yanında, DBF ve DDAC maddelerinin yanmayı geciktirici bir etkiye sahip olmadıklarını belirlemiştir.

Seferoğlu, (2008) çalışmasında, Doğu kayını, sarıçam ve titrek kavak odunlarından hazırladığı örneklerinin yanma özelliklerini belirlemek amacıyla sentetik, selülozik, poliüretan, asit sertleştiricili ve polyester vernikler uygulamıştır. Deney sonucunda, yanma olayında verniklerin yanmayı tetikleyici ve arttırıcı bir etkisi olduğunu tespit etmiştir.

Aytaşkın (2009) çalışmasında, emprenye maddesi türünün teknolojik özellikler üzerine etkisinin ağaç türlerine göre farklılık gösterdiği belirlemiştir. Genel olarak, emprenye maddeleri yoğunluk ve ısı iletkenliğini arttırdığı belirlemiştir. Ayrıca emprenye maddelerinin mekanik özellikleri etkilediğini, eğilme direncini ve elastikiyet modülünü azalttığını, basınç direncinde ise ağaç türlerine göre farklılık gösterdiğini belirlemiştir. Ayrıca, emprenye maddelerinin yapışma direncini olumsuz yönde etkilediğini belirlemiştir. Yanma deneyleri sonucunda kullanılan tüm emprenye maddelerinin ağırlık kaybını azalttığı tespit etmiştir.

Kurt (2006) çalışmasında, özellikle ahşaptan üretilen yat ve diğer deniz taşıtları için ihtiyaç duyulan eğimli ağaç malzemelerin tükenebileceği varsayılarak alternatif ürün olarak, Tanalith-c ile emprenye edilmiş D-VTKA veya Fenol formaldehit tutkalı kullanılarak yapıştırılmış kestane ağacından üretilen lamine ağaç malzemelerin tercih edilebileceğini tespit etmiştir.

Keskin (2001) çalışmasında, lamine edilmiş ağaç malzemelerin teknolojik özelliklerinin türlerini temsil eden masif ağaç malzemelerden daha üstün olduklarını tespit etmiştir.

Kartal (1998) çalışmasında, CCA çözeltisi ile emprenye işlemlerinden sonra 70°C sıcaklıkta 72 saat süreyle yapılan tekrar kurutma işlemlerinin genel olarak ağaç malzemenin mekanik özelliklerinde değişiklikler yapmadığı belirlenmiş olmasına rağmen, eğilme direnci için 20°C ve 70°C sıcaklıkta fiksasyon işlemi uygulanan kontrol örneklerindeki farklılıkların istatistik bakımından % 5 güven düzeyinde anlamlı olduğunu tespit etmiştir.

4. MATERYAL VE METOD

4.1. Ağaç Malzeme

4.1.1. Dişbudak yapraklı üvez (*Sorbus Aucuparia* Lipsky)

Deney örnek ağaçları Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Küre İşletme Müdürlüğü, Köşreli İşletme Şefliği'nin 200 nolu bölgesinden temin edilmiştir. Deneme ağaçlarından gövde seksiyonları ve gövde parçaları (TS 4176/1984) alınacak ve bu malzemeler Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi'ne getirilmiştir. Daha sonra yapılacak olan deneye göre örnekler TS 2470 ve TS 53 esas alınarak hazırlanmıştır. Ağaç malzemenin seçiminde kerestenin kusursuz olmasına, normal büyüme göstermiş, liflerinin düzgün, budaksız, ardaksız, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış olmasına özen gösterilmiştir.

Resim 4.1'de görülen ağaç malzemelerden 70x70x800 mm ölçülerinde kesilen 100 adet parça havalandırılan ve direkt güneş ışığı almayan ortamda $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\% 65\pm 3$ bağıl nem şartlarında $\% 12$ rutubete ulaşınca kadar bekletilmişlerdir.



Resim 4.1. Deney örneklerinin hazırlandığı kalaslar

4.2. Emprenye Maddeleri

4.2.1. Tanalith-E

Emprenye işleminde kullanılan Tanalith-E maddesi, mantar, böcek ve termit saldırılarına karşı kullanılan, etkinliği bakır ve organik biosidlerden (triazol) oluşan bitki, hayvan ve insan sağlığına zarar vermeyen yeni nesil ahşap koruyucudur. Tanalith-E, açık yeşil renkli, kokusuz, pH'sı 7, yoğunluğu 1.04 g/cm^3 , akıcı ve tamamen suda çözünebilen, su esaslı, metal kısımlarda korozyona sebep olmayan ve hazır çözelti şeklinde piyasaya sunulmaktadır. Emprenye maddesi, çit, parmaklık, bahçe mobilyaları, hayvan barınakları, silolar, çiftlik binaları, çocuk oyun alanlarında kullanılacak ahşaba, vakum – basınç yöntemi ile uygulanmaktadır [Hickson's Timber Impregnation Co. (GB), 2000].

4.2.2. Vacsol Azure

Emprenye işleminde kullanılan Vacsol Azure, yeni teknoloji ürünü aktif maddeler kullanarak geliştirilen, zemin seviyesi üzerindeki ahşap malzemeleri mantarlara, böceklere (propiconazole & tebuconazole) ve termitlere (permethrin) karşı koruyarak çürümesini önleyen şeffaf emprenye maddesidir. Solvent esaslı olan bu emprenye maddesi, suda çözünmeyen, açık sarı renkli, yanabilen, yoğunluğu $20 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$ de 0.806 g/cm^3 , içinde % 64 oranında VOC (Volatile Organic Compounds) uçucu kimyasal bileşikler içerir [Hickson's Timber Impregnation Co. (GB), 2000].

4.2.3. Imersol Aqua

Emprenye işleminde kullanılan Imersol Aqua; kokusuz, yanmaz, pH'sı 7, yoğunluğu 1.03 g/cm^3 , açık samani renkte, akıcı ve tamamen suda çözünebilen, su esaslı, metal kısımlarda korozyona sebep olmayan ve hazır çözelti şeklinde piyasada sunulmaktadır. Imersol Aqua, % 0.5 (ağırlık/ağırlık) oranında tebuconazole, % 0.5 oranında propiconazole, % 1 oranında 3-Iodo-2-propynyl-butyl carbamate, % 0.5 cypermethrin vb. içermektedir. Uygulamada; emprenye işlemi yapılacak ağaç malzemede kesme, delme, boyutlandırma işlemleri tamamlanmış ve rutubeti nihai kullanım yerinin gerektirdiği denge rutubetinde olmalıdır. Emprenye işleminde

daldırma süresi, iğne yapraklı ağaçlar için en az 6 dakika, emdirilen emprenye maddesi miktarı 1 m³ ağaç malzeme için en az 15 litre olmalıdır. Ağaç malzeme emprenye işleminden sonra en az 24 saat kurumaya bırakıldıktan ve tamamen kuruduktan sonra boya, vernik ve tutkallama işlemi yapılmalıdır [Hickson's Timber Impregnation Co. (GB), 2000].

4.3. Metot

4.3.1. Emprenye işlemi ve retensiyon (tutunma) miktarının belirlenmesi

Emprenye işleminde ASTM D 1413-76 esaslarına uyulacaktır. Buna göre, Tanalith-E ile emprenye edilecek örnekler 60 cm Hg⁻¹ (Hg⁻¹ vakum) eşdeğerde uygulanan 60 dakikalık ön vakumun ardından 60 dakika süreyle normal atmosfer basıncında çözelti içinde difüzyona bırakılacaktır. Emprenye edilen örnekler çözücünün buharlaşması için, hava dolaşımı sağlanan bir ortamda hava kurusu hale ulaşincaya kadar bekletilmiştir. Daha sonra, ağırlıkları 0.001g duyarlıklı analitik terazide tartılmış ve retensiyon (tutunma) miktarı (R),

$$R = \frac{G.C}{V} \times 10^3 \text{ kg} / \text{m}^3 \quad (4.1)$$

$$G = T_2 - T_1$$

eşitliklerinden hesaplanmıştır. Burada;

$$T_1 = \text{Emprenye sonrası örnek ağırlığı (g)}$$

$$T_2 = \text{Emprenye öncesi örnek ağırlığı (g)}$$

$$V = \text{Numune hacmi (cm}^3\text{)}$$

$$C = \text{Çözelti konsantrasyonu (\%)}$$

4.3.2. Deney örneklerinin hazırlanması

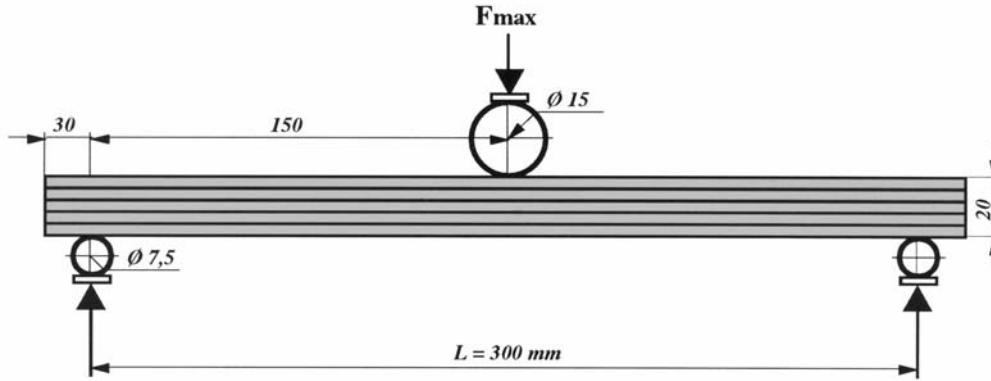
Seçilen birinci sınıf kerestelerin yıllık halkaların yüzeye dik gelen bölgelerinden TS 2470 esaslarına göre önce 70x70x800 mm boyutlarında parçalar kesilerek $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve % 65 ± 3 bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme kabininde değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmiş ve daha sonra vakum yöntemi ile emprenyeye edilmişlerdir. Emprenye edilen örnekler çözücünün buharlaşması için, hava dolaşımı sağlanan bir ortamda 15-20 gün bekletildikten sonra örnekler, $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve % 65 ± 3 bağıl nem şartlarında % 12 rutubete ulaşıncaya kadar bekletilmiştir.

Beş emprenyeye maddesi çeşidi (Tanalith-E, Imersol Aqua, Vacsol Azure, Borik asit ve Borax), 13 deney türü (retensiyon, basınç direnci, eğilme direnci, elastiklik modülü, Alev kaynaklı yanma sıcaklığı, Kendi kendine yanma sıcaklığı, Kor hali yanma sıcaklığı, Alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu, Kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu, Kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu, Yanma Kayıpları, Yanma Süreleri) + 1 kontrol ve 10 tekerrür olmak üzere toplam 840 (6x14x10) deney örneği hazırlanmıştır.

4.3.3. Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü değerinin belirlenmesi

Eğilme direnci ve elastiklik modülü belirlenmesinde kullanılan örnekler TS EN 326'e göre hazırlanmıştır [TS EN 326, 1997].

TS 2474'e göre eğilme direnci [TS 2474, 1976], TS 2478'e göre eğilmede elastiklik modülü [TS 2478, 1976] denemeleri yürütülmüştür (Şekil 4.1). Bu standartlar dikkate alınarak her iki deney grubu için örnekler 20x20x360 mm boyutlarında hazırlanmıştır.



Şekil 4.1. Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü deneyi

Deneyle bilgisayar kontrollü 1000kp kapasiteli Üniversal Test Makinesinde yapılmıştır. Kırılma anındaki maksimum kuvvet (F_{max}) için eğilme direnci (σ_e);

$$\sigma_e = \frac{3F_{max}.L}{2bh^2} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (4.2)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada,

L = Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm),

b = Örneğin genişliği (mm),

h = Örneğin kalınlığı (mm) dır.

Elastiklik modülünün belirlenmesinde eğilme direncinde kullanılan deney örnekleri kullanılmıştır. Elastik deformasyon bölgesinde uygulanan kuvvet farkı (ΔF) için örnekteki eğilme miktarları farkı (Δf) yardımı ile elastiklik modülü (E),

$$E = \frac{\Delta F.L^3}{4.b.h^3.\Delta f} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (4.3)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada,

ΔF = Elastik deformasyon bölgesinde yüklemenin alt ve üst limitlerinin aritmetik ortalamaları arasındaki farka eşit kuvvet (N),

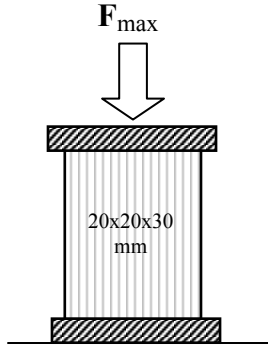
L = Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm),

Δf = Net eğilme alanındaki sehim, yüklemenin alt ve üst limitlerinde ölçülen sehimlere ait sonuçların aritmetik ortalamaları arasındaki fark (mm),

b = Deney parçasının en kesit genişliği (mm), h ; deney parçasının en kesit kalınlığı (mm) dır.

4.3.4. Basınç direncinin belirlenmesi

Liflere ve tutkal hattına paralel basınç direnci deneyinde TS 2595 [TS 2595, 1977] esaslarına uyulmuştur. Bu maksatla, 20x20x30 mm boyutlarında 60 adet deney örneği hazırlanmıştır. Hazırlanan örneklerin basınç dirençlerinin belirlenmesinde 4000 kp kapasiteli Üniversal Test Makinesi kullanılmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Basınç direnci deney örneği

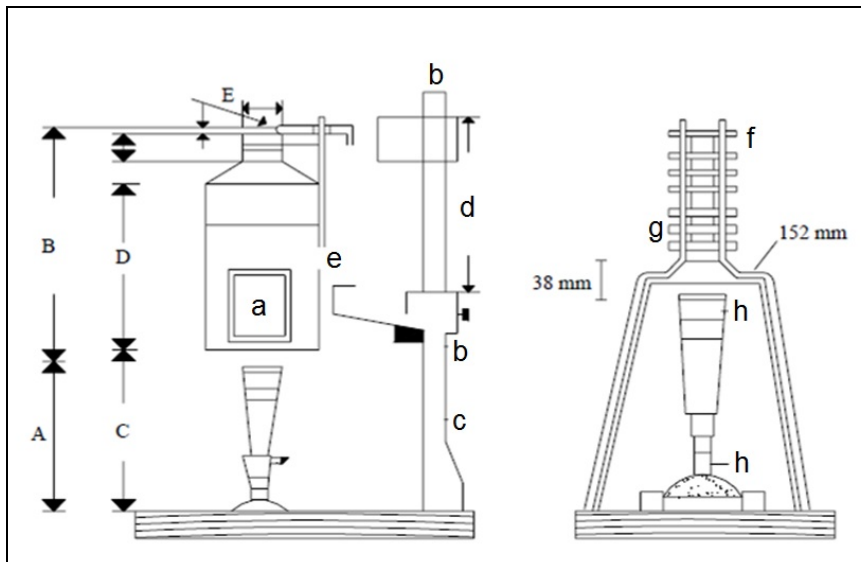
Basınç direnci deneyinden önce, kuvvetin uygulandığı enine kesit alanı (A) ölçülüp, kırılma anındaki maksimum kuvvet (F_{max}) belirlenerek basınç dirençleri (σ_b);

$$\sigma_b = \frac{F_{max}}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (4.4)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

4.3.5. Yanma özelliklerinin belirlenmesi

Yanma deneyleri için, ASTM E160-50 [ASTM E160-50, 1975] esaslarına uyularak Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü Mekanik Laboratuvarında bulunan “Yanma Test Cihazı” kullanılmıştır. Deney öncesi her örnek grubu tartılarak cihazdaki tel sehpa istiflenmiştir. Deneyde 24 adet örnek, 12 katta ve üst üste kare prizma şeklinde dizilerek yakılmıştır (Şekil 4.3). Altta bulunan maker tipi çıkış ağzından alev yüksekliği cihaz boşken 25 ± 1.3 cm, manometredeki gaz basıncı ise 0.5 kg/cm^2 olmak üzere sabit tutulmuştur. Gaz yandığında termokopul monte edilen baca kısmında $315 \pm 8^\circ\text{C}$ sıcaklık oluşacak şekilde sürekli kontrol edilmiştir. Ölçümler alev kaynaklı yanma, kendi kendine yanma ve kor halinde yanma olmak üzere üç aşamada yapılmıştır. Alev kaynaklı yanma süresi, deney örneklerinin dış kaynaklı olarak yandığı ilk 3 dakikalık süreyi kapsamaktadır. Kendi kendine yanma süresi, alev kaynağının kapatılmasından sonra deney örneklerinin alevli yanmaya kadar devam ettiği süre, alevli yanmadan dağılmaya kadar geçen süre ise; kor halinde yanma olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 4.3. Yanma test cihazı

a: Mika cam b. Kızak sonu, c: Bek rehberi, d: Kızak, e: Potansiyometre veya Milivoltmetre girişi, f: Odun örnekleri, g: Tel kafes, A: 270 mm., B: 430 mm., C: 295 mm., D: 305 mm., E: 38 mm.

4.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Ağaç malzemenin bazı teknolojik özelliklerinin istatistiksel analizinde SPSS 15.0 for Windows programı kullanılmıştır. Çeşitli emprenye maddeleri ile emprenye edilmiş ağaç malzemelerin bazı teknolojik özellikleri arasındaki farkın belirlenmesinde ise F testi kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farklılığın önemli çıkması halinde ($\alpha = 0.05$) güven düzeyinde Duncan testi ile karşılaştırılmıştır.

Yanma zelliklerinin istatistiksel değerlendirmelerde, alev kaynaklı, kendi kendine ve kor hali yanma parametrelerine ait sıcaklık ve ışık yoğunlukları ile yanma süresi ve ağırlık kaybı oranları veri olarak kullanılmıştır. Verilere, MSTAT-C istatistiksel değerlendirme programında, çoklu varyans analizleri (ANOVA) uygulanmış ve gruplar arası fark önemli çıktığında, Duncan testi ile ortalama değerler arasındaki fark karşılaştırılmıştır. Böylece, denemeye alınan faktörlerin birbirleri arasındaki başarı sıralamaları, en küçük önemli fark (LSD) kritik değerine göre homojenlik gruplarına ayrılmak suretiyle belirlenmiştir.

5. BULGULAR ve TARTIŞMA

5.1. Retensiyon Miktarı

Örneklerin retensiyon miktarları ortalamalarına ait istatistik değerler Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Retensiyon miktarları ortalamalarına ait istatistik değerler

İstatistik Değerler	Emprenye Maddeleri				
	Te	Ia	Va	Ba	Bx
X (kg/m^3)	104.083	127.045	151.044	64.887	86.393
Ss (kg/m^3)	9.862	7.209	9.440	4.127	6.889
V (s^2)	108.078	57.747	99.026	18.933	52.736
min (kg/m^3)	89.648	110.608	138.602	58.423	70.734
max (kg/m^3)	118.742	135.621	167.095	72.004	93.722
N	10	10	10	10	10

x: Aritmetik ortalama, v: Varyans, Ss: Standart sapma, N: Örnek sayısı, Te: Tanalith-E, Ia: Imersol Aqua, Va: Vacsol Azure, Ba: Borik Asit, Bx: Borax

Retensiyon miktarları emprenye maddesi çeşidine göre farklılık göstermiştir. Emprenye maddesi çeşidinin retensiyon miktarı etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi Çizelge 5.2’ de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Retensiyon miktarı varyans analizi (ANOVA) sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Sig.
Gruplar arası	45478.129	4	11369.530	168.926*	0.000
Grup içi	3028.703	45	67.304		
Toplam	48506.833	49			

*P< 0,05

Emprenye maddelerinin retensiyon miktarları için yapılan F testine göre; retensiyon miktarları emprenye maddelerinin çeşidine göre istatistiksel anlamda önemli farklılık

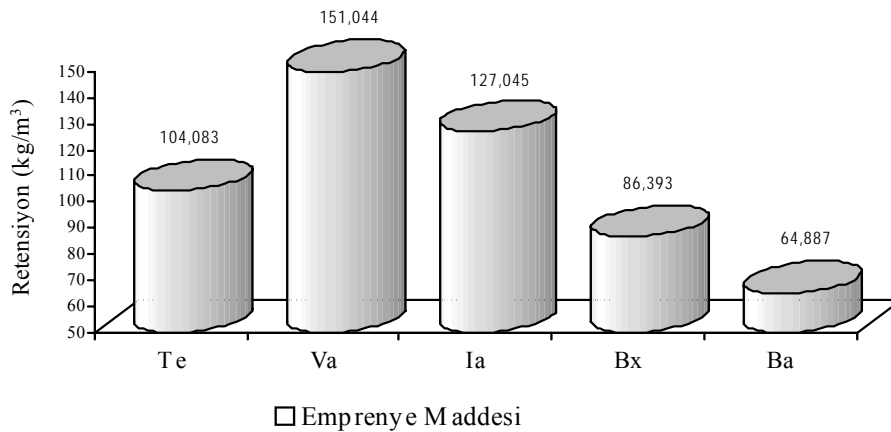
göstermiştir ($F(4;45)=168.926$, $P<0.05$). Farklılıkların gruplar arasında önem derecesini belirlemek için yapılan DUNCAN testi sonuçları Çizelge 5.3’de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Retensiyon miktarı DUNCAN testi sonuçları

Gruplar	N	Alt Gruplar İçin $\alpha = 0.05$				
		1	2	3	4	5
Borik Asit	10	64.887				
Borax	10		86.393			
Tanalith-E	10			104.083		
Imersol Aqua	10				127.045	
Vacsol Azure	10					151.044
Significant		1.000	1.000	10.071	1.000	1.000

Emprenye çeşidine göre, en yüksek retensiyon miktarı Vacsol Azure ile emprenye edilmiş örneklerde (151.044 kg/m^3) elde edilmiş, bunu sırasıyla Imersol Aqua (127.045 kg/m^3), Tanalith-E (104.083 kg/m^3), Borax (86.393 kg/m^3), Borik asit (64.887 kg/m^3) izlemiştir.

Emprenye çeşidine göre retensiyon miktarları grafik Şekil 5.1’ de gösterilmiştir..



Şekil 5.1. Retensiyon miktarları grafiği

5.2. Basınç Direnci

Emprenye edilmiş dişbudak yapraklı üvez masif ağaç malzemelerin basınç dirençlerine ait istatistik değerler Çizelge 5.4’de verilmiştir.

Çizelge 5.4. Basınç direncine ait istatistik değerleri

İstatistik Değerler	Emprenyeli Örnekler					
	Ko	Te	Ia	Va	Ba	Bx
X (N/Mm^2)	53.012	54.622	55.576	57.829	61.902	56.244
Ss (N/Mm^2)	1.649	2.224	2.687	2.157	1.511	3.477
V (S^2)	3.021	5.496	8.024	5.170	2.538	13.433
Min (N/Mm^2)	50.230	50.120	52.340	54.360	60.020	50.230
Max (N/Mm^2)	55.040	58.620	59.190	61.350	64.320	60.320
N	10	10	10	10	10	10

x: Aritmetik ortalama, v: Varyans, Ss: Standart sapma, N: Örnek sayısı, Ko : Kontrol, Te: Tanalith-E, Ia: Imersol Aqua, Va: Vacsol Azure, Ba: Borik Asit, Bx: Borax

Basınç direnci, emprenye maddelerine göre yaklaşık eşit bulunmuştur. Emprenye maddeleri ile işlem gören örnekler kontrol örneklerine göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Emprenye maddesi çeşidinin basınç direnci etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi Çizelge 5.5’ de verilmiştir.

Çizelge 5.5. Basınç direnci varyans analizi (ANOVA) sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Sig.
Gruplar Arası	475.544	5	95.108	15.142*	0.000
Grup İçi	339.169	54	6.2809		
Toplam	814.714	59			

*P< 0.05

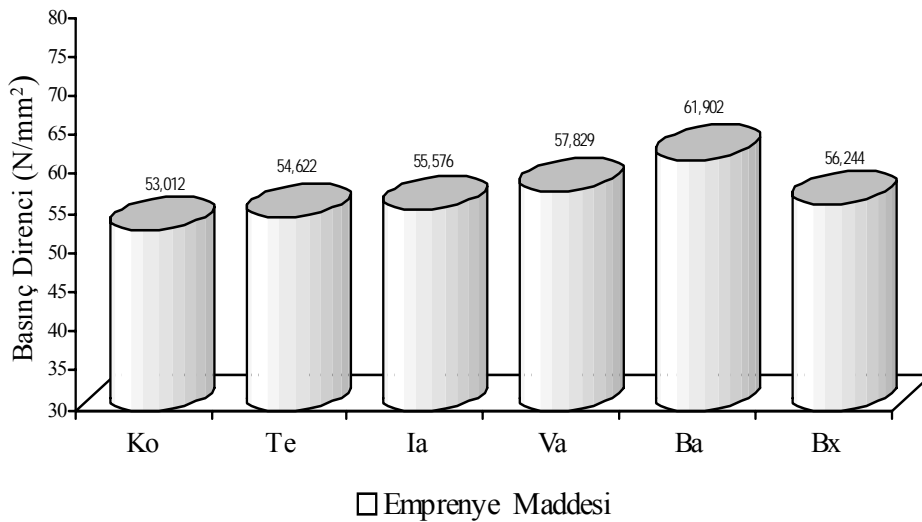
Çeşitli emprenye maddeleri ile emprenye edilmiş dişbudak yapraklı üvez masif ağaç malzemelerin basınç dirençleri için yapılan F testine göre (Çizelge 5.5); basınç direnci değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar

göstermiştir ($F(5;54)=15.142$, $P<0.05$). Farklılıkların gruplar arasında önem derecesini belirlemek için yapılan DUNCAN testi sonuçları Çizelge 5.6' da verilmiştir

Çizelge 5.6. Basınç direnci DUNCAN testi sonuçları

Gruplar	N	Alt Gruplar İçin $\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
Kontrol	10	53.012			
Tanalith E	10	54.622	54.622		
Imersol Aqua	10		55.576	55.576	
Borax	10		56.244	56.244	
Vacsol Azure	10			57.829	
Borik Asit	10				61.902
Significant		0.156	0.178	0.0616	1.000

Basınç direnci, empenye maddesi çeşidine göre en yüksek Borik asit'da elde edilmiş bunu sırasıyla Vacsol Azure, Borax, Imersol Aqua, Tanalith-E ve Kontrol örnekleri izlemiştir. Emprenye maddesine göre belirlenen basınç direnci değerleri Şekil 5.2'de gösterilmiştir.



Şekil 5.2. Basınç direnci değerleri grafiği

5.3. Eğilme Direnci

Emprenye edilmiş dişbudak yapraklı üvez masif ağaç malzemelerin eğilme dirençlerine ait istatistik değerler Çizelge 5.7’de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Eğilme direncine ait istatistik değerleri

İstatistik Değerler	Emprenyeli Örnekler					
	Ko	Te	Ia	Va	Ba	Bx
\bar{x} (N/Mm^2)	88.331	94.707	98.177	87.941	95.623	85.956
Ss (N/Mm^2)	4.129	2.813	6.320	3.773	5.823	4.059
V (S^2)	18.947	8.797	44.388	15.822	37.680	18.310
Min (N/Mm^2)	83.033	90.102	92.356	80.359	90.234	80.243
Max (N/Mm^2)	96.269	99.625	114.628	94.206	106.335	91.273
N	10	10	10	10	10	10

x: Aritmetik ortalama, v: Varyans, Ss: Standart sapma, N: Örnek sayısı, Ko : Kontrol, Te: Tanalith-E, Ia: Imersol Aqua, Va: Vacsol Azure, Ba: Borik Asit, Bx: Borax

Çeşitli emprenye maddeleri ile emprenye edilmiş dişbudak yapraklı üvez masif ağaç malzemelerin eğilme dirençleri için yapılan F testine göre (Çizelge 5.7); eğilme direnci değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir ($F(5;54)=10.404$, $P<0.05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek eğilme direnci değeri Imersol Aqua, Borik asit ve Tanalith-E’ de çıkmış bunu Borax, Vacsol Azure ve Kontrol izlemiştir (Çizelge 5.9). Emprenye edilmiş örneklere ait eğilme direnci değerleri grafiği Şekil 5.3’de görülmektedir.

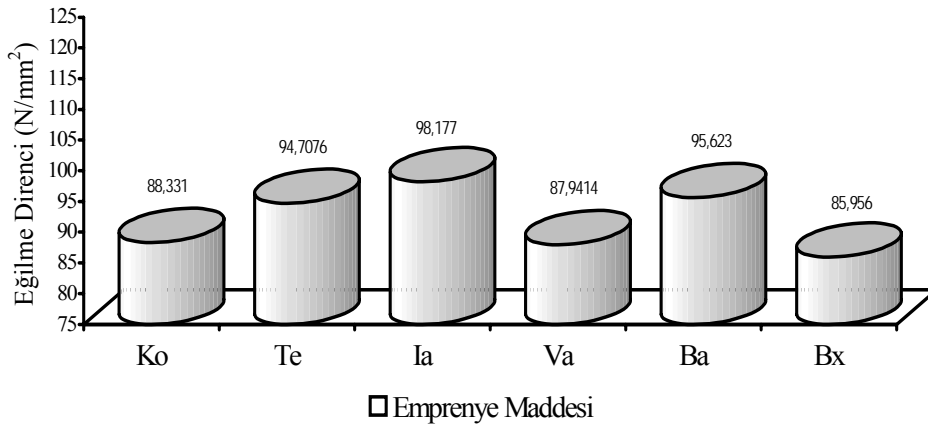
Çizelge 5.8. Eğilme direnci varyans analizi (ANOVA) sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Sig.
Gruplar Arası	1248.024	5	249.604	10.404*	0.000
Grup İçi	1295.524	54	23.991		
Toplam	2543.549	59			

* $P< 0.05$

Çizelge 5.9. Eğilme direnci DUNCAN testi sonuçları

Gruplar	N	Alt Gruplar İçin $\alpha = 0.05$	
		1	2
Borax	10	85.956	
Vacsol Azure	10	87.941	
Kontrol	10	88.331	
Tanalith E	10		94.707
Borik Asit	10		95.623
Imersol Aqua	10		98.177
Significant		0.312	0.140



Şekil 5.3. Eğilme direnci değerleri grafiği

5.4. Eğilmede Elastiklik Modülü

Emprenye edilmiş dişbudak yapraklı üvez masif ağaç malzemelerin eğilmede elastiklik modülü değerine ait istatistik değerler Çizelge 5.10' da verilmiştir.

Çizelge 5.10. Eğilmede elastiklik modülü değerine ait istatistik değerler

İstatistik Değerler	EMPRENYELİ ÖRNEKLER					
	Ko	Te	Ia	Va	Ba	Bx
$x (N/Mm^2)$	9255.810	10224.080	9853.650	8924.700	9456.480	9699.130
$Ss (N/Mm^2)$	226.604	300.203	340.154	244.804	309.548	320.627
$V (S^2)$	57055	100135	128560	66588	106466	114224
Min (N/Mm^2)	9028.250	9800.000	9345.900	8500.000	9032.400	9284.340
Max (N/mm^2)	9567.200	10760.900	10442.100	9384.700	9904.310	10255.900

x: Aritmetik ortalama, v: Varyans, Ss: Standart sapma, N: Örnek sayısı, Ko : Kontrol, Te: Tanalith-E, Ia: Imersol Aqua, Va: Vacsol Azure, Ba: Borik Asit, Bx: Borax

Çeşitli empenye maddeleri ile empenye edilmiş dişbudak yapraklı üvez masif ağaç malzemelerin eğilmede elastiklik modülü değerleri için yapılan F testine göre (Çizelge 5.11); elastiklik modülü değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir ($F(5;54)=22.050$, $P<0.05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek elastiklik modülü değeri Tanalith-E ile empenye edilmiş Dişbudak odununda elde edilmiş bunu sırasıyla Imersol Aqua, Borax, Borik asit, Kontrol ve Vacsol Azure izlemiştir (Çizelge 5.12).

Çizelge 5.11. Eğilmede elastiklik modülü değerine ait varyans analizi (ANOVA) sonuçları

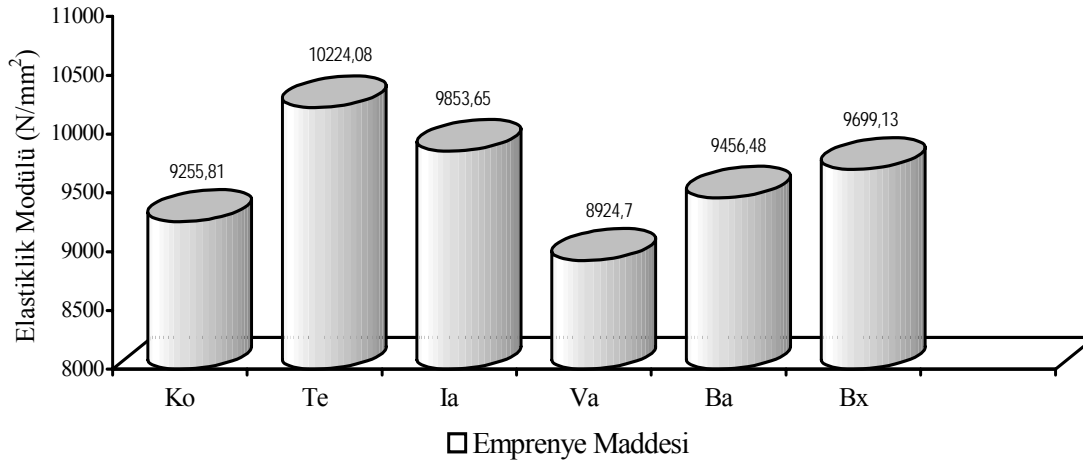
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Sig
Gruplar Arası	10529693.840	5	2105939	22.050*	0.000
Grup İçi	5157279.104	54	95505.170		
Toplam	15686972.940	59			

* $P < 0.05$

Çizelge 5.12. Eğilmede elastiklik modülü değerine ait DUNCAN testi sonuçları

Gruplar	N	Alt Gruplar İçin $\alpha = 0.05$				
		1	2	3	4	5
Va	10	8924.701				
Ko	10		9255.807			
Ba	10		9456.488	9456.488		
Bx	10			9699.131	9699.130	
Ia	10				9853.657	
Te	10					10224.080
Significant		1.000	0.152	0.084	0.268	1.000

Emprenye edilmiş örneklere ait eğilmede elastiklik modülü değerleri grafiği Şekil 5.4' de görülmektedir.



Şekil 5.4. Eğilmede elastiklik modülü grafiği

5.5. Yanma Özellikleri

5.5.1. Yanma sıcaklıkları

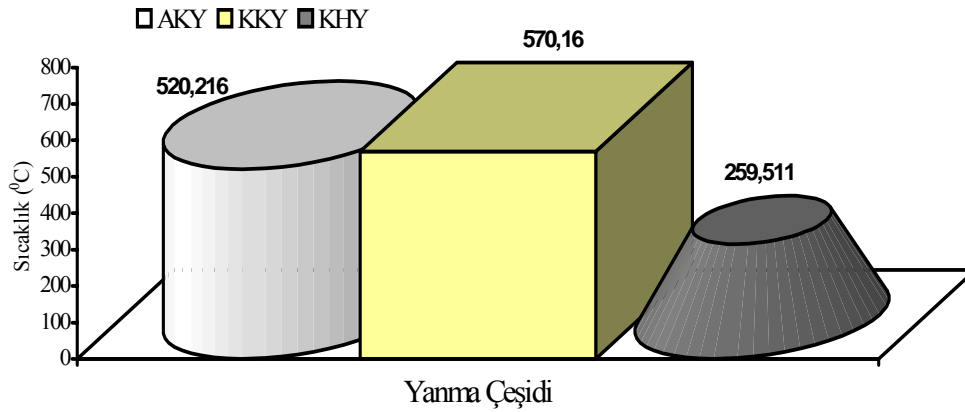
Yanma çeşidine göre yanma sıcaklığı ortalama değerleri Çizelge 5.13’de verilmiştir.

Çizelge 5.13. Yanma çeşidine göre yanma sıcaklığı ortalama değerleri

Yanma Çeşidi	x	HG*
AKY	520.216	A
KKY	570.160	A
KHY	259.511	B

*LSD = 60.920

Yanma çeşidine göre yanma sıcaklığı; en yüksek kendi kendine yanmada (570.160°C), en düşük kor halinde yanmada (259.511°C) olarak elde edilmiştir. Buna ait grafik Şekil 5.5’de gösterilmiştir.



Şekil 5.5. Yanma çeşidine göre yanma sıcaklık grafiği

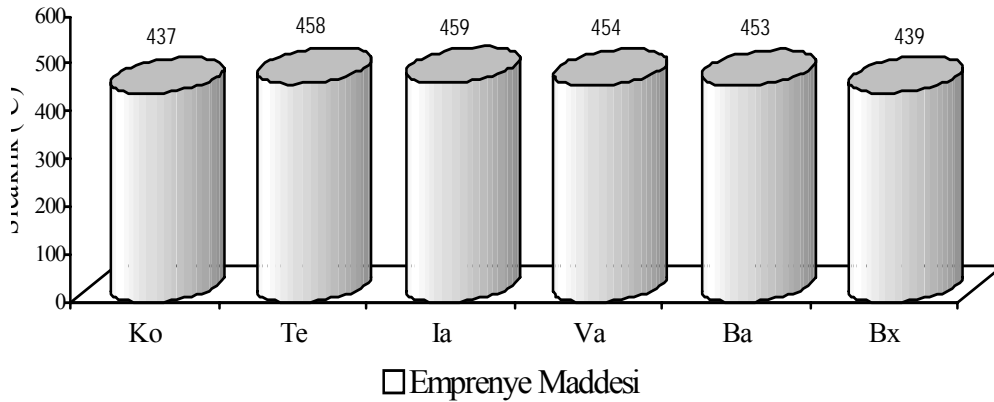
Emprenye çeşidine göre yanma sıcaklığı ortalama değerleri Çizelge 5.14’de verilmiştir.

Çizelge 5.14. Emprenye çeşidine göre yanma sıcaklığı ortalama değerleri

Emprenye Çeşidi	x	HG*
Kontrol (Ko)	436.840	A
Vacsol Azure (Va)	454.204	A
Tanalith E (Te)	458.442	A
Imersol Aqua (Ia)	458.686	A
Borik Asit (Ba)	452.578	A
Borax (Bx)	439.023	A

*LSD=86.160, x: Aritmetik Ortalama, HG: Homojenlik grubu

Emprenye maddesi çeşidine göre yanma sıcaklığı; en yüksek Imersol Aqua' da (458.686°C), en düşük Borax' ta (439.023 °C) bulunmuştur. Bunlara ait grafik Şekil 5.6' da gösterilmiştir.



Şekil 5.6. Emprenye maddesi çeşidine göre yanma sıcaklığı grafiği

Emprenye maddesi çeşidinin yanma sıcaklıklarına etkisine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 5.15' de verilmiştir.

Çizelge 5.15. Yanma sıcaklıklarına ilişkin varyans analizi (MANOVA) sonuçları

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P $\alpha < 0.05$
Emprenye maddesi (A)	5	4182.272	836.454	0.100	
Sıcaklıklar (B)	2	1001786.90	500893.453	60.327	0.000
Etkileşim (AB)	10	21178.695	2117.870	0.255	
Hata	36	298905.916	8302.942		
Toplam	53	1326053.790			

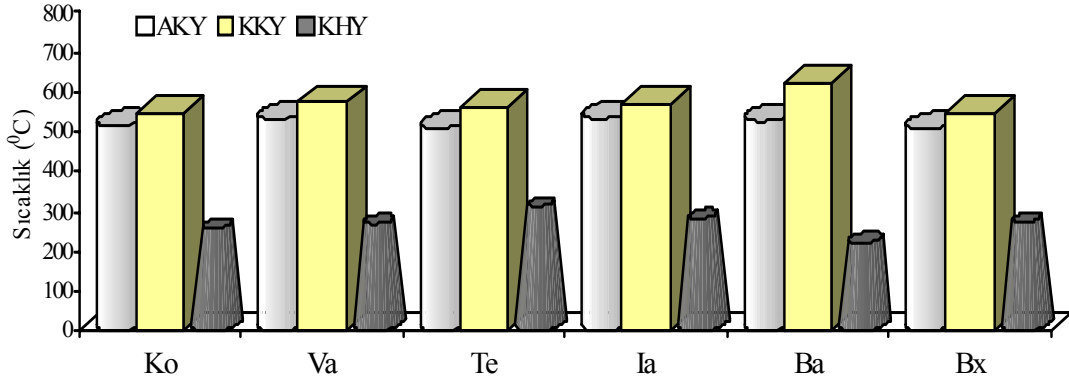
Emprenye maddesi çeşidinin yanma sıcaklıkları üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($\alpha < 0.05$). Farklılığın hangi gruplar arasında önemli olduğunu belirlemek için yapılan DUNCAN testi sonuçları Çizelge 5.16’da verilmiştir.

Çizelge 5.16. Emprenye maddesi ve yanma çeşidi etkileşimine ilişkin Duncan testi sonuçları

Emprenye maddesi + yanma çeşidi	x	HG*
Ko+AKY	514.275	A
Ko+KKY	548.244	A
Ko+KHY	248.000	B
Va+AKY	531.025	A
Va+KKY	572.853	A
Va+KHY	258.733	B
Te+AKY	509.388	A
Te+KKY	563.472	A
Te+KHY	302.467	B
Ia+AKY	533.111	A
Ia+KKY	570.955	A
Ia+KHY	271.991	B
Ba+AKY	526.747	A
Ba+KKY	618.600	A
Ba+KHY	212.387	B
Bx+AKY	506.750	A
Bx+KKY	546.833	A
Bx+KHY	263.487	B

*LSD = 149.200

Emprenye maddesi ve yanma çeşidi etkileşimine ilişkin Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek Ba+KKY’de (618.600°C), en düşük Ba+KHY’de (212.387°C) elde edilmiştir. Buna ait grafik Şekil 5.7’de gösterilmiştir.



Şekil 5.7. Yanma çeşidi ve emprenye maddesi etkileşimine göre yanma sıcaklığı grafiği

5.5.2. Işık yoğunluğu

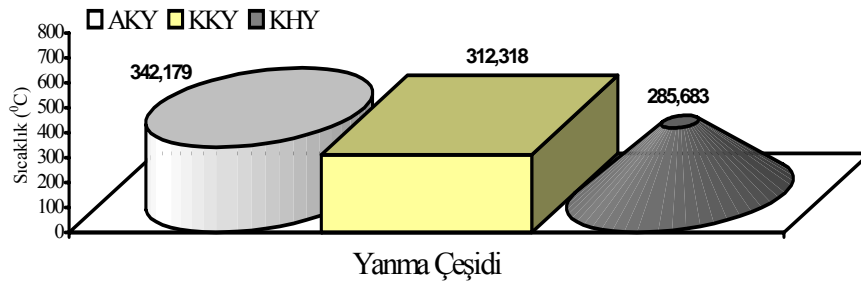
Yanma çeşidine göre ışık yoğunluğu ortalama değerleri Çizelge 5.17’de verilmiştir.

Çizelge 5.17. Yanma çeşidine göre ışık yoğunluğu ortalama değerleri

Yanma Çeşidi	x	HG*
AKY	342.179	A
KKY	312.318	A
KHY	285.683	A

*LSD = 54.120

Yanma çeşidine göre ışık yoğunluğu; en yüksek alev kaynaklı yanmada (342.179 lüks), en düşük kor halinde yanmada (285.683 lüks) olarak elde edilmiştir. Buna ait grafik Şekil 5.8’de verilmiştir.



Şekil 5.8. Yanma çeşidine göre ışık yoğunluğu grafiği

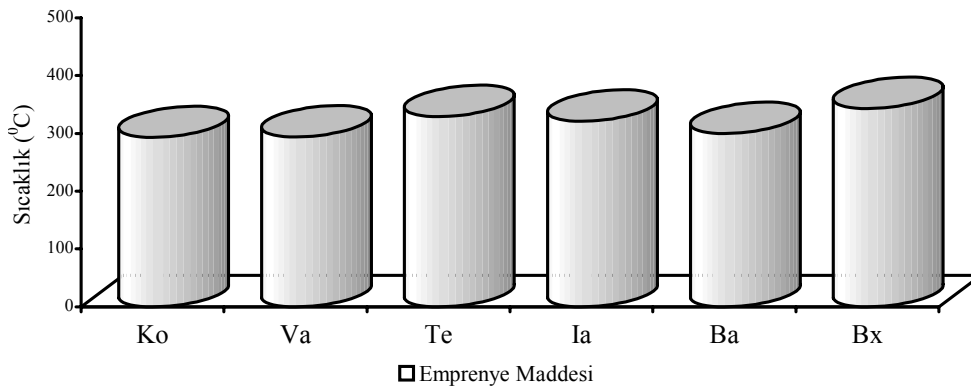
Emprenye maddesi çeşidine göre ışık yoğunluğu ortalama değerleri Çizelge 5.18’de verilmiştir.

Çizelge 5.18. Emprenye maddesi çeşidine göre ışık yoğunluğu ortalama değerleri

Emprenye Çeşidi	x	HG*
Kontrol (Ko)	293.282	A
Vacsol Azure (Va)	294.102	A
Tanalith E (Te)	329.055	A
Imersol Aqua (Ia)	320.690	A
Borik Asit (Ba)	299.894	A
Borax (Bx)	343.337	A

*LSD=76.530, X: Aritmetik Ortalama, HG: Homojenlik grubu

Emprenye maddesi çeşidine göre ışık yoğunluğu; en yüksek Borax’ da (343.337 lüks), en düşük Vacsol Azure’de (294.102 lüks) bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.9’da gösterilmiştir.



Şekil 5.9. Emprenye maddesi çeşidine göre ışık yoğunluğu grafiği

Emprenye maddesi çeşidinin ışık yoğunluğu etkisine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 5.19’ da verilmiştir.

Çizelge 5.19. Işık yoğunluğuna ilişkin varyans analizi (MANOVA) sonuçları

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P $\alpha < 0.05$
Emprenye maddesi	5	19385.521	3877.104	0.591	
Sıcaklıklar (B)	2	28757.947	14378.974	2.194	0.126
Etkileşim (AB)	10	44421.733	4442.173	0.678	
Hata	36	235855.975	6551.555		
Toplam	53	328421.177			

Buna göre, emprenye maddesi çeşidinin ışık yoğunluğu üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($\alpha < 0.05$).

5.5.3. Ağırlık kaybı

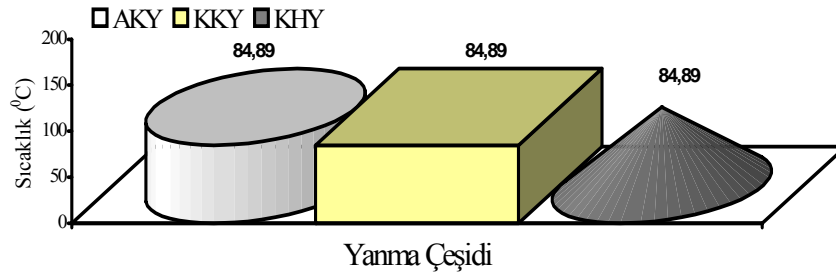
Yanma çeşidine göre ağırlık kaybı ortalama değerleri Çizelge 5.20’de verilmiştir.

Çizelge 5.20. Yanma çeşidine göre ağırlık kaybı ortalama değerleri

Yanma Çeşidi	X	HG*
AKY	84.890	A
KKY	84.890	A
KHY	84.890	A

*LSD = 1.401

Yanma çeşidine göre ağırlık kaybı eşit bulunmuştur (% 84.890). Buna ait grafik Şekil 5.10’da verilmiştir.



Şekil 5.10. Yanma çeşidine göre ağırlık kaybı grafiği

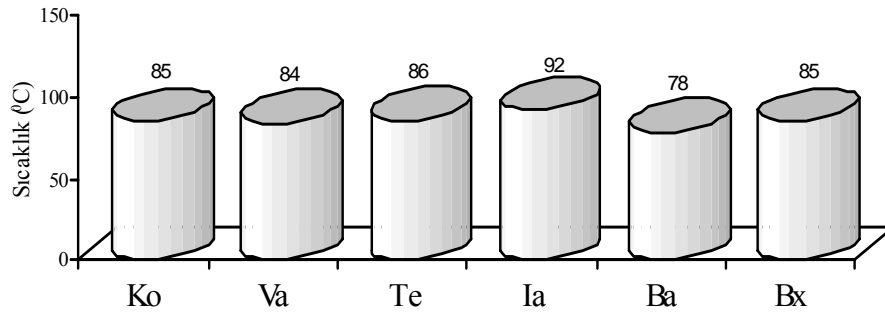
Emprenye maddesi çeşidine göre ağırlık kaybı ortalama değerleri Çizelge 5.21’de verilmiştir.

Çizelge 5.21. Emprenye çeşidine göre ağırlık kaybı ortalama değerleri

Emprenye Çeşidi	x	HG*
Kontrol (Ko)	84.667	B
Vacsol Azure (Va)	84.000	B
Tanalith E (Te)	86.000	B
Imersol Aqua (Ia)	91.667	A
Borik Asit (Ba)	78.333	C
Borax (Bx)	84.667	B

*LSD=1.981, X: Aritmetik Ortalama, HG: Homojenlik grubu

Emprenye maddesi çeşidine göre ağırlık kaybı; en yüksek Imersol Aqua’ da (% 91.667), en düşük Borik asit’te (% 78.333), bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.11’de verilmiştir.



Şekil 5.11. Emprenye maddesi çeşidine göre ağırlık kaybı grafiği

Emprenye maddesi çeşidinin ağırlık kaybının etkisine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 5.22’de verilmiştir.

Çizelge 5.22. Ağırlık kaybına ilişkin varyans analizi (MANOVA) sonuçları

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P A < 0.05
Emprenye maddesi	5	819.333	163.867	37.336	0.000
sıcaklıklar (B)	2	0.000	0.000	0.000	
Etkileşim (AB)	10	0.000	0.000	0.000	
Hata	36	158.000	4.389		
Toplam	53	977.333			

Buna göre, emprenye maddesi çeşidinin ağırlık kaybı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($\alpha < 0.05$).

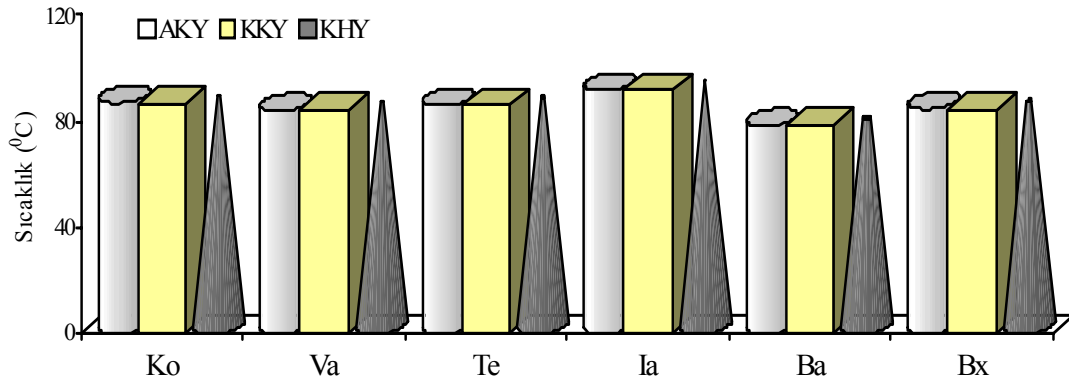
Emprenye maddesi ve yanma çeşidi etkileşimine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 5.23' de buna ait grafik Şekil 5.12'de verilmiştir.

Çizelge 5.23. Emprenye maddesi ve yanma çeşidi etkileşimine ilişkin Duncan testi sonuçları

Emprenye maddesi + yanma çeşidi	X	HG*
Ko+AKY	86.670	B
Ko+KKY	86.670	B
Ko+KHY	86.670	B
Va+AKY	84.000	B
Va+KKY	84.000	B
Va+KHY	84.000	B
Te+AKY	86.000	B
Te+KKY	86.000	B
Te+KHY	86.000	B
Ia+AKY	91.670	A
Ia+KKY	91.670	A
Ia+KHY	91.670	A
Ba+AKY	78.330	C
Ba+KKY	78.330	C
Ba+KHY	78.330	C
Bx+AKY	84.670	B
Bx+KKY	84.670	B
Bx+KHY	84.670	B

*LSD = 3.431

Emprenye maddesi ve yanma çeşidi etkileşimine ilişkin Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek Ia+AKY, Ia+KKY, Ia+KHY' de (% 91.670), en düşük Ba+AKY, Ba+KKY, Ba+KHY' de (% 78.330) elde edilmiştir.



Şekil 5.12. Yanma çeşidi ve emprenye maddesi etkileşimine göre ağırlık kaybı grafiği

5.5.4. Yanma Süresi

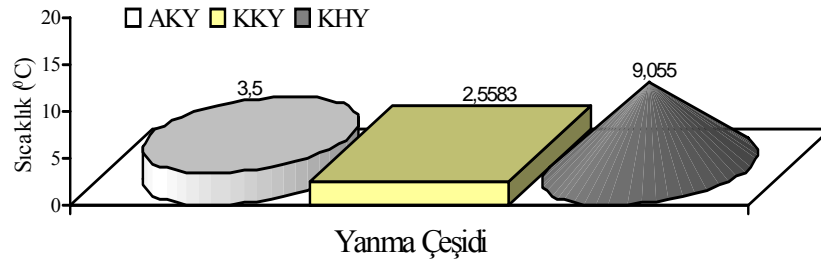
Yanma çeşidine göre yanma süresi ortalama değerleri Çizelge 5.24'de verilmiştir.

Çizelge 5.24. Yanma çeşidine göre yanma süresi ortalama değerleri

Yanma Çeşidi	X	HG*
AKY	3.500	B
KKY	2.558	C
KHY	9.055	A

*LSD = 55.650

Yanma çeşidine göre yanma süresi; en yüksek kor halinde yanmada (9.055 dk), en düşük kendi kendine yanmada (2.558 dk) olarak elde edilmiştir. Buna ait grafik Şekil 5.13 'de verilmiştir.



Şekil 5.13. Yanma çeşidine göre yanma süresi grafiği

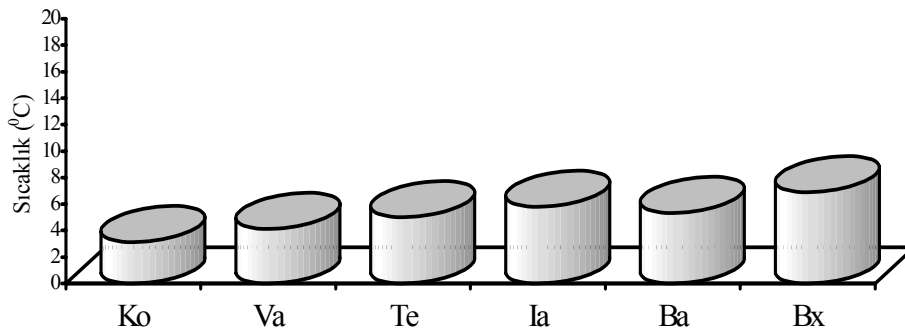
Emprenye maddesi çeşidine göre yanma süresi ortalama değerleri Çizelge 5.25’de verilmiştir.

Çizelge 5.25. Emprenye çeşidine göre yanma süresi ortalama değerleri

Emprenye Çeşidi	X	HG*
Kontrol (Ko)	3.110	D
Vacsol Azure (Va)	4.112	CD
Tanalith E (Te)	5	BC
Imersol Aqua (Ia)	5.777	AB
Borik Asit (Ba)	5.337	BC
Borax (Bx)	6.888	A

*LSD=78.700, X: Aritmetik Ortalama, HG: Homojenlik grubu

Emprenye maddesi çeşidine göre yanma süresi; en yüksek Borax’ ta (6.888 dk), en düşük Vacsol Azure’ de (4.112 dk), bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil5.14’de gösterilmiştir.



Şekil 5.14. Emprenye maddesi çeşidine göre yanma süresi grafiği

Emprenye maddesi çeşidinin yanma süresinin etkisine ilişkin çoklu varyans analiz (MANOVA) sonuçları Çizelge 5.26' de verilmiştir.

Çizelge 5.26. Yanma süresine ilişkin varyans analizi (MANOVA) sonuçları

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P $\alpha < 0.05$
Emprenye maddesi	5	279693.722	55938.744	8.073	0.000
sıcaklıklar (B)	2	1597640.333	798820.167	115.296	0.000
Etkileşim (AB)	10	81567.444	8156.744	1.177	0.337
Hata	36	249423.333	6928.426		
Toplam	53	2208324.833			

Buna göre, emprenye maddesi çeşidinin yanma süresi üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($\alpha < 0.05$).

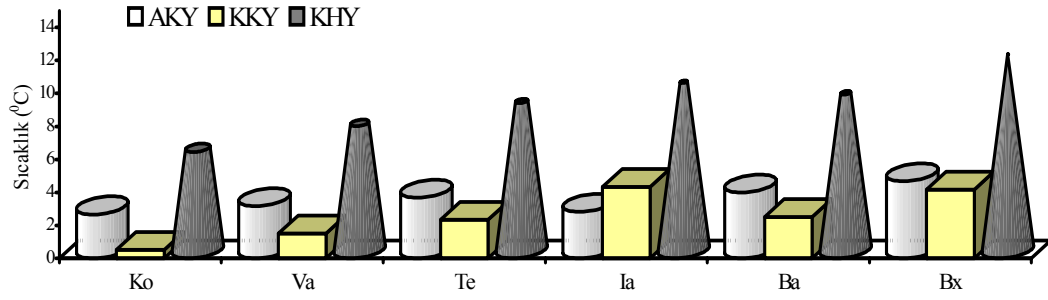
Emprenye maddesi ve yanma çeşidi etkileşimine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 5.27' de ve buna ait grafik Şekil 5.16' da verilmiştir.

Çizelge 5.27. Emprenye maddesi ve yanma çeşidi etkileşimine ilişkin Duncan testi sonuçları

Emprenye maddesi + yanma çeşidi	X	HG*
Ko+AKY	2.666	FGH
Ko+KKY	0.500	H
Ko+KHY	6.166	DE
Va+AKY	3.166	FG
Va+KKY	1.505	GH
Va+KHY	7.666	CD
Te+AKY	3.666	EFG
Te+KKY	2.333	FGH
Te+KHY	9	BC
Ia+AKY	2.833	FGH
Ia+KKY	4.333	EF
Ia+KHY	10.166	AB
Ba+AKY	4	EFG
Ba+KKY	2.511	FGH
Ba+KHY	9.500	ABC
Bx+AKY	4.666	EF
Bx+KKY	4.166	EF
Bx+KHY	11.833	A

*LSD = 136.300

Emprenye maddesi ve yanma çeşidi etkileşimine ilişkin Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek Bx+KHY’de (11.833 dk), en düşük Va+KKY’de (1.505 dk) elde edilmiştir.



Şekil 5.15. Yanma çeşidi ve emprenye maddesi etkileşimine göre yanma süresi grafiği

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Emprenye maddelerinin çeşidine göre istatistiksel anlamda retensiyon miktarları önemli farklılık göstermiştir. Bu durum, emprenye çözelti konsantrasyonlarının farklı olmasından kaynaklanabilir. En yüksek retensiyon miktarı değeri Vacsol Azure' de elde edilmiş bunu sırasıyla Imersol Aqua, Tanalith-E, Borax ve Borik asit izlemiştir. Emprenye çeşidine göre en yüksek retensiyon miktarları Vacsol Azure ile emprenye edilmiş örneklerde (151.044 kg/m^3) elde edilmiş, bunu sırasıyla Imersol-Aqua (127.045 kg/m^3), Tanalith-E (104.083 kg/m^3), Borax (86.393 kg/m^3), Borik asit (64.887 kg/m^3) izlemiştir. Vacsol Azure ile emprenye edilmiş örneklerde retensiyon miktarının yüksek çıkmasının emprenye maddeleri arasındaki konsantrasyon farkından kaynaklanabilir. Vacsol Azure ile emprenye edilmiş örneklerde retensiyon miktarının yüksek çıkması Vacsol Azurenin emprenye edilebilme kabiliyetinin yüksek olmasından kaynaklanabilir.

Basınç direnci, emprenye maddesi çeşidine göre en yüksek Borik asit' de 61.902 N/mm^2 elde edilmiş bunu sırasıyla Vacsol Azure 57.829 N/mm^2 , Boraks 56.244 N/mm^2 , Imersol Aqua 55.576 N/mm^2 , Tanalith-E 54.622 N/mm^2 ve Kontrol 53.012 N/mm^2 örnekleri izlemiştir. Imersol Aqua, Borax ve Vacsol Azure arasındaki fark, istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Emprenye maddeleri basınç direncini azaltıcı etki göstermemiştir. Yapı sektöründe kullanılacak ağaç malzemelerde bu emprenye maddelerinin kullanılması bu bakımdan sakınca doğurmamaktadır.

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin eğilme direnci değerleri; Imersol Aqua 98.177 N/mm^2 , Borik asit 95.623 N/mm^2 , Tanalith-E 94.708 N/mm^2 , Kontrol 88.331 N/mm^2 , Vacsol azure 87.941 $116,230 \text{ N/mm}^2$ ve Borax 85.926 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Çeşitli emprenye maddeleri ile emprenye edilmiş dişbudak yapraklı üvez masif ağaç malzemelerin eğilme dirençleri için yapılan F testine göre; eğilme direnci değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir ($F(5;54)=10.404$, $P<0.05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek eğilme direnci değeri Imersol Aqua, Borik asit ve Tanalith-E' de çıkmış bunu Borax, Vacsol Azure izlemiştir. Eğilme direncinin borlu

bileşiklerde düşük çıkması borun bir miktar asidik karakterli olmasından kaynaklanabilir.

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin eğilmede elastiklik modülü değerleri; Tanalith-E 102.240 N/mm², Imersol Aqua 9853.700 N/mm², Borax 9699.130 N/mm², Borik asit 9456.480 N/mm², kontrol 9255.800 N/mm² ve Vacsol Azure 8924.700 N/mm² olarak bulunmuştur.

Çeşitli emprenye maddeleri ile emprenye edilmiş dişbudak yapraklı üvez masif ağaç malzemelerin eğilmede elastiklik modülü değerleri için yapılan F testine göre; elastiklik modülü değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir (F(5;540)=22, P<0.05). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek elastiklik modülü değeri Tanalith-E ile emprenye edilmiş Dişbudak odununda elde edilmiş bunu sırasıyla Imersol Aqua, Borax, Borik asit ve Vacsol Azure örnekleri izlemiştir.

Sonuç olarak, çeşitli emprenye maddeleri ile emprenye edilmiş dişbudak yapraklı üvez masif ağaç malzemelerin basınç direnci değerleri en yüksek Borik asit, eğilme direnci değerleri en yüksek Imersol Aqua ve eğilmede elastiklik modülü değerleri en yüksek Tanalith-E' de, en düşük değerler ise; basınç direncinde Tanalith-E, eğilme direncinde Borax, eğilmede elastiklik modülünde Vacsol Azure' de elde edilmiştir. Buna göre, basınç direnci, eğilme direnci ve elastiklik modülünün önemli olduğu kullanım yerlerinde, Tanalith-E ile emprenye edilmiş dişbudak odununun tercih edilmesi avantaj sağlayabilir.

Emprenye maddesi çeşidinin yanma sıcaklıklarına üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($\alpha < 0.05$). Emprenye maddesi çeşidine göre yanma sıcaklığı; Vacsol Azure ile emrenye edilmiş örneklerde 454.204°C, Tanalith-E' de 458.442°C, Imersol Aqua' da 458.686°C, Borik asit'te 452.578°C, Borax 439.023 °C ve kontrol örneklerinde ise 436.840°C olarak bulunmuştur. Buna göre, yanma sıcaklıkları en yüksek Imersol Aqua'da (458.686°C), en düşük Borax'ta (439.023°C) elde edilmiştir. Borlu bileşikler yanma sıcaklığını azaltıcı etki göstermiştir. Nitekim literatürde borlu bileşiklerin yanmayı azaltıcı etkisi bulunmaktadır.

Yanma çeşidine göre, yanma sıcaklığı; alev kaynaklı yanmada 520.216 °C, kendi kendine yanmada 570.160 °C, kor halinde yanmada 259.511°C değerleri izlenmiştir. En yüksek kendi kendine yanmada (570.160 °C), en düşük kor halinde yanmada (259.511°C) olarak elde edilmiştir. Tutuşma gerçekleştikten sonra emprenye maddesi etkisinin azaldığı asıl etkiyi alev kaynaklı yanmada gösterdiği söylenebilir.

Emprenye maddesi çeşidine göre ışık yoğunluğu; en yüksek Borax' da (343.337 °C), en düşük Vacsol azure' de (294.102 °C) bulunmuştur. Emprenye maddesi çeşidinin ışık yoğunluğu üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($\alpha < 0.05$).

Emprenye maddesi çeşidine göre ışık yoğunluğu; Vacsol Azure 294.102 lüx, Tanalith-E 329.055 lüx, Imersol Aqua 320.690 lüx, Borik asit 299.894 lüx, Borax 343.337 lüx ve kontrol örneklerinde 293.282 lüx olarak bulunmuştur. Buna göre, ışık yoğunluğu en yüksek Borax' da (343.337 lüx), en düşük Vacsol Azure' de (294.102 lüx) bulunmuştur. Borlu bileşikler duman yoğunluğunu artırıcı etki gösterirken diğerlerinde böyle bir tehlikenin olmadığı anlaşılmış bu durum yangında zehirlenme olasılığını hafifleten bir avantaj olarak söylenebilir.

Yanma çeşidine göre ışık yoğunluğu; alev kaynaklı yanmada 342.179 lüx, kendi kendine yanmada 312.318 lüx, kor halinde yanmada 285.683 lüx değerleri izlenmiştir. En yüksek alev kaynaklı yanmada (342.179 lüx), en düşük kor halinde yanmada (285.683 lüx) olarak elde edilmiştir. Kor hali yanmada duman oluşumun olmadığı, diğer yanmalarda eşdeğer bir sonuç olduğu söylenebilir.

Emprenye maddesi ve yanma çeşidi etkileşimine ilişkin Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek Bx+AKY'de (350.639 lüx), en düşük Ba+KHY'de (226.740 lüx) elde edilmiştir.

Emprenye maddesi çeşidinin ağırlık kaybı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($\alpha < 0.05$). Emprenye maddesi çeşidine göre ağırlık kaybı; Vacsol Azure % 84.000, Tanalith-E % 86.000 , Imersol Aqua % 91.667, Borik asit % 78.333, Borax % 84.667 ve kontrol örneklerinde % 84.667 olarak bulunmuştur. Bu veriler doğrultusunda en yüksek Imersol Aqua' da (% 91.667), en düşük Borik asitte

(% 78.333) bulunmuştur. Yanma çeşidine göre ağırlık kaybı eşit bulunmuştur (% 84.890). Borik asit yanma sonucu oluşacak malzeme kaybını azaltarak malzemenin daha dirençli olmasını sağlayarak yangında ani göçme ve yıkılmaları engelleyici etki göstermiştir.

Emprenye maddesi ve yanma çeşidi etkileşimine ilişkin Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek Ia+AKY, Ia+KKY, Ia+KHY' de (% 91.670), en düşük Ba+AKY, Ba+KKY, Ba+KHY' de (% 78.330) elde edilmiştir.

Emprenye maddesi çeşidinin yanma süresi üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($\alpha < 0.05$). Emprenye maddesi çeşidine göre yanma süresi; Vacsol Azure 4.112 dk, Tanalith-E 5 dk, Imersol Aqua 5.777 dk, Borik asit 5.337 dk, Borax 6.888 dk ve kontrol örneklerinde 3.110 dk olarak bulunmuştur. Bu veriler doğrultusunda en yüksek Borax' ta (6.888 dk), en düşük Vacsol Azure'de (4.112 dk), bulunmuştur. Yanma çeşidine göre yanma süresi; alev kaynaklı yanmada 3.500 dk, kendi kendine yanmada 2.558 dk, kor halinde yanmada 9.055 dk değerleri izlenmiştir. En yüksek kor halinde yanmada (9.055 dk), en düşük kendi kendine yanmada (2.558 dk) olarak elde edilmiştir.

Sonuç olarak, denemelerde kullanılan emprenye maddelerinin (Borlu Bileşikler, Tanalith-E, Vacsol Azure, Imersol Aqua) Dişbudak Yapraklı Üvez odununun bazı fiziksel, mekanik ve yanma özelliklerini etkilediği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

Anşin, R., Özkan, Z.C., “Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar”, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi*, 2. Baskı, Trabzon, 149-151-152-320-321-322-340 (1997).

Arıadil, B., Abbalt, J., “Peroxide Bleaching of Eucalyptus Regnans Cold Coustic Soda Chemimechanical”, *Dept. of Chem.Uni. of Tosmama Appita Journal*, 45(2): 178-184-188 (1992).

Asarcıklı, M., Keskin, H., “Ahşap Süsleme Teknikleri”, *Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi*, I. Baskı, Ankara, 1 (2002).

Aslan, S., Özkaya, K., “Farklı Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilmiş Ahşap Esaslı Levhaların Yanma Mukavemetinin Araştırılması”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, 122-140 (2004).

ASTM D358, “Wood to be used as panels in weathering test of coating”, *ASTM Standards*, U.S.A. (1983).

ASTM D1005, “Standard Test Method for Measurement of Dry-Film Thickness of Organic Coatings Using Mikrometers”, *ASTM Standards*, U.S.A. 1-3 (2001).

ASTM D 1413-99, “Standart Method of Testing Wood Preservatives by Laboratory Soilblock Cultures”, *Annual Book of ASTM Standards*, 452-460, (2005).

ASTM D3023, “Practica for Determintion of Resistance of factory Applied Coatings on Wood Products of Stain and Reagents”, *ASTM Standards*, U.S.A. (1988).

ASTM E160-50, “Standart Test Method for Combustible Properties of Terated Wood by the Crib Test”, *ASTM Standards*, U.S.A. (1975).

Atar, M., “Renk Açıcı Kimyasal Maddelerin Ağaç Malzemede Üstyüzey İşlemlerine Etkileri”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-5 (1999).

Atar, M., Keskin, H., Kurt, R., “Sarıçam Odununda Emprenye Etme ve Renk Açma İşleminin Vernik Katman Sertliğine Etkileri”, *K.S.Ü. Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6 (1): 85-96 (2003).

Aydın, İ., “Çeşitli Ağaç Türlerinden Elde Edilen Kaplamaların Islanabilme Yeteneği Ve Yapışma Direnci Üzerine Bazı Üretim Şartlarının Etkileri”, Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, (2004).

Aytaşkın, A.,”Çeşitli Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilmiş Ağaç Malzemelerin Bazı Teknolojik Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Karabük, (2009).

Bankowsky, B., Eichletoer, N., “Raw materials for Enviroment Frenldy Wood Lacquers, WKI-Bencht”, *Holer WorkingParty, For Wood Research*, Brunswicle, 31: 145-157 (1993).

Banks, W.B., Miller, E.R., “Chemical Aspects of Wood Techology Sweden”, *Forest Products Journal*, 34: 45-46 (1982).

Baran, S., “Elektonik Yangın Uyarı Sistemleri”, *I. Yangın Ulusal Kurultayı*, Ankara, 169-189 (1983).

Baysal E., “Borlu ve Su İtici Maddelerle Muamele Edilen Cennet Ağacı (*Ailantus altissima* L.) Odununun Fiziksel Özellikleri”, *I. Uluslar arası Bor Sempozyumu* Kütahya, Bildiriler Kitabı 1: 176-183, (2002).

Baysal, E., “Çeşitli Borlu ve WR Bileşiklerinin Kızılcım Odunun Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, (1994).

Baysal, E., “Borlu Bilesikler ve Doğal Sepi Maddeleriyle Emprenye Edilen Sarıçam Odununun Yanma Özellikleri”, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19 (1-2): 59-69 (2003).

Baysal, E., Yalınkılıç, M.K., Çolak, M., Göktaş, O., “Bitkisel Sepi Maddeleri ve Borlu Bilesikler ile Muamele Edilen Kızılcım (*Pinus brutia*Ten.) Odununun Yanma Özellikleri”, *Tübitak Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 27: 245-252 (2000).

Baysal, E., Peker, H., Çolak, M., Tarımer, İ., “Verniklenmiş Ağaç Malzemenin Yanma Özellikleri ve Borlu Bileşiklerle Ön Emprenye İşleminin Yanmayı Geciktirici Etkisi”, *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15 (4): 645-653 (2003).

Bozkurt, Y., “Ağaç Teknolojisi”, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi yayınları*, Yayın no: 3403, İstanbul, (1986).

Bozkurt, Y., Erdin N., “Odun Anatomisi”, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını*, Yayın no: 466, 256-307, (2000).

Budakçı, M., Atar, M., “Açık Hava Koşullarında Bırakılmış Sarıçam Odununda Renk Açma İşleminin Sertlik ve Parlaklığa Etkisi”, *Tübitak Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 25: 201-207 (2001).

Carving, R., “Bleaching, Bleaching Wood”, *The Furniture Refinisher's Guide* (1982).

Demir, M., “Anorganik Kimya ve Uygulaması”, *İnönü Üniversitesi Fen Edebiyat*

Fakültesi (1991).

Edwin, P.B., Carter, M, “Wood Bleaches and Bleaching Methods, Finishing Eastern, Hard Woods”, Madison, USA, 29-39 (1983).

Engler, N., “Finishing Techniques for Better Wood Working Modifying the Surface”, USA, 61-62 (1992).

Erichsen, “Boya Teknolojisi İçin Ölçme ve Test Ekipmanı Kataloğu”, s:14.

Eriç, M., “Dünün ve Bugünün Ahşap ve Ahşaptan Üretilmiş Malzemesinin Türkiye Şartları İçinde Yapıda Rasyonel Kullanılma İmkanlarının Araştırılması”, Doktora Tezi, **İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi**, İstanbul, 54-78 (1985).

Feireril, John, “Preperotion for Finishing Repairing Wood Surfeces Bleaching Cabin Making and Millwork”, **Richand Tech. Inst.**, USA (1984).

Forest Products Laboratory Forest Service U.S.A. Department of Agriculture, “Handbook of Wood and Wood-Based Materials for Engineers, Architects and Builders”, London, 15 (1987).

Gerard, M.C., “Furniture Finishing Processes and Systems”, **Finishing Eastern Hardwoods**, Madison-USA, 40-41 (1983).

Groneman H. C, Glazener, R, E., “Bleaching, Coloring, Railing and Sealing Woods”, **Technical Wood Working**, USA, 24: 250-255 (1966).

Guerra, R.C., “Minimum Retention of The Preservative GC811 in Wood For Protection Against Fungal Attack Under Laboratory Conditions”, **Revista Forestal Baracoa**, 18 (1): 79-86, (1988).

Gültekin H.C. ve Gültekin, Ü.G., “Yabanil Meyvelerin Fidanlık Tekniği”, Orman Mühendisleri Dergisi Yıl:43, Sayı:10-12, s: 18 (2006).

Hafızoğlu, H, Yalınkılıç, M.K., Yıldız, Ü.C., Baysal, E., Peker, H., Demirci, Z., “Türkiye Bor Kaynaklarının Odun Koruma Endüstrisinde Kullanılabilme İmkanları”, **TÜBİTAK TOAG-875 Nolu Projesi**, 309, (1995).

Hammond, J.J., Donnelly, E.T., Harrod, W.F., Rayner, N.A., Özden, F., “Woodworking Technology”, (Çevirenler : Yaşar, E., Yılmaz, K., Taymaz, H., Ağaç İşleri Teknolojisi), **Mesleki ve Teknik Öğretim Kitapları-20, Ajans-Türk Matbaası**, Ankara, 65-76-77 (1969).

Haltrop, Neueli, “Bleanded and Bleached wood Finishers”, **Coloring Finishing and Painting Wood**, 21: 444 – 452 (1972).

Hemel Emprenye Sanayi A.Ş., Tanalith E Brochure, Data Sheets, **Timber Treatment Products**, No: 22, (2008).

Highley, T.L., Kicle, T.K., “Biologuel Degraation of Wood”, **Phytopst Hology**, 69: 1151-1157 (1990).

Hickson’s Timber Impregnation Co. (GB) Ltd., Into the 21st. Century, “Vacsol Azure Brochure”, Datasheet, No: 6214, 2.0.0, p.1-4, **Hickson Timber Treatments** (2000).

Kang, H.Y., Kim, Y.S., Lee, Y.D., Jo, J.M., “Studies of The Effectivness of CuCrB (CCB) Preservatives”, **Research Reports of The Forestry Research Institute**, 35: 89-97, (1987).

Kartal, S.,”CCA ve CCB Emprenye Maddeleri ile Korunan Ağaç Malzemenin Dayanıklılık, Yıkama ve Direnç Özellikleri”, Doktora Tezi, **İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul,(1998).

Kayacık, H., “Türkiye Çamları ve Bunların Coğrafi Yayılışları Üzerine, Araştırmalar”, **İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, Seri A: 44-60, (1954).

Keskin, H., “Lamine Masif Ağaç Malzemelerin Teknolojik Özellikleri ve Ağaç İşleri Endüstrisinde Kullanım İmkanları”, Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (2001).

Kolman, T.P.F., “Principles of Wood Science and Technology”, New York, 59-60 (1975).

Korkut, S., Keskin, H., Şahin, H.T., Aytin, A., Kol, H., "Dişbudak Yapraklı Üvez (*Sorbus aucuparia* Lipsky) Odununun Fiziksel, Mekanik, Kimyasal ve Kurutma Özellikleri, LVL (Tutkallanmış Lamine Kereste) Üretimine Uygunluğu, **Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (BAP)**, 2008.02.03.009, Düzce,(2008-2009).

Malkoçoğlu, A., “Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Odununun Teknolojik Özellikleri”, Doktora Tezi, **Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon, 152, (1994).

Martin, W. E., “The Significase of Prefinish Operations Furniture Finishing Textbook”, USA, 6-10, (1982).

Newel, A.C., Haltrop, N.F., “Coloring Finishing and Painting Wood”, **Chas. A. Bennett Co. Inc.**, Peoria, Illinois (1961).

Okcu, O., “Emprenye Edilmiş Lamine Ağaç Malzemenin Yapışma ve Yanma Özellikleri,” Yüksek Lisans Tezi, **Z.K.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Karabük, (2006).

Örs, Y., Keskin, H., “Ağaç Malzeme Teknolojisi”, **Gazi Üniversitesi Yayınları**, Yayın No:2000/352, Ankara,1-6,144-155 (2008).

Örs, Y., Atar, M., Peker, H., “Okalıptus (*Eucalyptus Comaldulensis* Dehn.) Odununun Yanma özellikleri”, **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri dergisi**, 5:2-3, 1195-1201, (1999).

Örs, Y., Atar, M., Keskin, H., Yavuzcan, H.G., “Impacts of Impregnation with Imersol Aqua on the Modulus of Elasticity in Bending”, **Journal of Applied Polymer Science (JAPS)**, 99/6; 3210-3217, (2005).

Örs, Y., Atar, M., Peker, H., “Çeşitli Maddelerle Emprenye Edilmiş Sakallı Kızılağaç (C. A. Mey.) Yalt.) Odunun Yanma Özellikleri” **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 15: 3, (2002).

Örs, Y., Atar, M., Keskin, H., “Bonding Strength of some Adhesives in Wood Materials Impregnation with Imersol-AQUA”, **International Journal of Adhesion and Adhesives Science**, 24: 287-294, (2004).

Örs, Y., Atar, M., Peker, H., “Çeşitli Emprenye ve Üst Yüzey İşlem Maddelerinin Sarıçam ve Kestane Odununun Yanma Özelliklerine Etkileri”, **Tübitak Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi**, 23: 541-549 (1997).

Örs, Y., Atar, M., Peker, H., “Sarıçam Odununun Yanma Özelliklerine Bazı Borlu Bileşikler ve Su İtici Maddelerin Etkileri”, **Tübitak Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi**, 23: 501-509, (1999).

Örs, Y., Sönmez, A., Uysal, B., “Ağaç Malzemenin Yanmaya Dayanıklılığını Etkileyen Emprenye Maddeleri”, **Tübitak Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi**, 23(2): 389-394 (1999a).

Örs, Y., Keskin, H., “Ağaç Malzeme Bilgisi”, I. Baskı, ISBN: 975-6574-01-1, **Atlas Yayın Dağıtım**, İstanbul, 2-3 (2001).

Örs, Y., Atar, M., “Kayın Odununda Emprenye ve Renk Açma İşlemlerinin Vernik Katman Sertliğine Etkileri Etkileri”, **Tübitak Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi**, 25: 443-450 (2001).

Örs, Y., Atar, M., Özçifci, A., Peker, H., “Çeşitli Maddelerle Emprenye Edilmiş Kokarağaç Odununun Yanma Özellikleri”, **Z.K.Ü.K.T.E.F. Teknoloji Dergisi**, 1-2: 61-70 (2002).

Özçifci, A., Atar, M., Uysal, B., “Ağaç Malzemede Renk Açmada Kullanılan Kimyasalların Yüzey Parlaklığına ve Verniklerin Yapışma Mukavemetine Olan Etkileri”, *Tübitak Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 23 (3): 763-770 (1999).

Özçifci, A., Atar, M., Uysal, B., “Ağaç Malzemede Renk Açmada Kullanılan Kimyasalların Yüzey Parlaklığına ve Verniklerin Yapışma Mukavemetine Olan Etkileri”, *Tübitak Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 23(3): 763-770 (1999a).

Özçifçi, A., “Renk Açıcı Kimyasal Maddelerin Sapsız Meşe Odununun Yanma Özelliklerine Etkileri”, *Z.K.Ü.K.T.E.F. Teknoloji Dergisi*, 3-4: 63-72, (2001).

Özçifci, A., Emprenye Edilmiş Lamine Ağaç Malzemenin Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara (2001a).

Özçifci, A., Atar, M., “Bazı Kimyasal Maddelerin Karaağaç Odununun Renk Tonuna Etkileri”, *Z.K.Ü.K.T.E.F. Teknoloji Dergisi*, 1-2: 21-28 (2002).

Özen, R., Özçifci, A., Uysal, B., “Emprenyeli Sarıçam (Pinus sylvestris L.) Odunundan Üretilen Lamine Ağaç Malzemelerin Yanma Özellikleri”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7 (1): 131-138 (2000).

Özen, R., Özçifci, A., Uysal, B., “PVAc Tutkalı Kullanılarak Yapıştırılmış Lamine Ahşap Yapı Elemanlarının Yanma Özellikleri”, *Z.K.Ü.K.T.E.F. Teknoloji Dergisi*, 1-2: 139-148 (2001).

Özkaya, K., “Farklı Kimyasal Maddelerle İşlem Görmüş Ahşap Esaslı Levha Malzemelerin Yangına Karşı Dayanımlarının Tesbiti Üzerine Araştırmalar”, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara (2002).

Peker, H., Tan, H., Baysal, E., “Bazı Emprenye Maddelerinin Ladin Odununun Yanma Özelliklerine Etkileri”, *F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16 (1): 163-175 (2004).

Reghu, C.P., “Preservative Treatment and Seasoning of Rubber Wood”, *Rubber Board Bulletin*, 24(4): 9-12, (1989).

Seferoğlu, D., “Üstyüzey İşlemlerinin Ağaç Malzemenin Yanma Direncine Etkilerinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Karabük (2008).

Sell, J., Feist, WC., “Weathering Behaviour of Chromium-Copper-Boron Treated Wood”, *Holz als Roh und Werkstoff*, 43: 518, (1985).

Shukla K.S., Rajawat L.N., “Plywood-from Indian Timbers, *Dracantomelum mangiferum* Blume (Chinyok)”, *Journal of The Indian Academy of Wood Science*, 12: 25-33, (1987).

Sönmez, A. , “Ağaçtan Yapılmış Mobilya Üst Yüzeylerinde Kullanılan Verniklerin Önemli Mekanik Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılıkları”, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Doktora Tezi, Ankara (1989).

Sönmez, A., Atar, M., Budakçı, M., “Karaağaç Odununda Renk Açma İşleminin Vernik Katmanının Yapışma Direncine Etkisi”, **Z.K.Ü.K.T.E.F. Teknoloji Dergisi**, 1-2: 35-42 (2002).

Sönmez, A., Atar, M., Peker., H., “Çeşitli Maddelerle Emprenye Edilmiş Melez Kavak (*Populus Euramericana* Cv.) Odununun Yanma Özellikleri”, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 15:1, 22, (2002).

Stamm, A., S., “Wood and Coating”, **Wood and Cellulose Science**, 120: 45- 47, (1978).

Sunar, Ş., “Bina Yangın Güvenliği”, **I. Yangın Ulusal Kurultayı**, Ankara, 281-291 (1983).

Şanıvar, N., “Ağaçları Üst Yüzey İşlemleri”, **Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları**, İstanbul, 25-122, (1978).

Terzi, E., “Amonyum Bileşikleri ile Emprenye Edilen Ağaç Malzemenin Yanma Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul (2008).

T.S. 53, “Odunun Fiziksel Özelliklerini Tayin için Numune Alma, Muayene ve Deneysel Metotları”, **T.S.E.**, Ankara, 1-5 (1981).

T.S. 1476, “Odununda Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Tayini için Homojen Meşçerelerden Numune Ağacı ve Laboratuvar Numunesi Alınması”, **T.S.E.**, Ankara (1984).

TS 2470, “Odununda Fiziksel ve Mekanik Deneyler için Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler”, **Türk Standartları Enstitüsü**, Ankara, 1-7 (1976).

T.S. 2471, “Odununda Fiziksel Ve Mekanik Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini”, **T.S.E.**, Ankara, 1-3 (1976).

TS 2472, “Odununda Fiziksel ve Mekanik Deneyler için Birim Hacim Ağırlığı Tayini”, **T.S.E.**, Ankara, (1972).

TS 2474, “Odunun Statik Eğilmede Dayanımının Tayini”, **Türk Standartları Enstitüsü**, Ankara, (1976).

TS 2478, “Odunun Statik Eğilmede Elastiklik Modülünün Tayini”, **Türk Standartları Enstitüsü**, Ankara, (1976).

TS 2595, “Oduunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı Tayini”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara (1977).

TS EN 326, “Ahşap Esaslı Levhalardan Numune Alınması”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (1997).

T.S. 6035 EN ISO 3251, “Boyalar ve Vernikler; Boya, Vernik ve Bağlayıcılarda Uçucu Olmayan Madde Tayini”, *T.S.E.*, Ankara, 1-11 (2005).

Uysal, B., “Çeşitli Kimyasal Maddelerin Ağaç Malzemenin Yanmaya Dayanıklılığı Üzerine Etkileri”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 3-27, (1997).

Uysal, B., “Çesitli Su İtici ve Yangın Geciktirici Kimyasal Maddelerin Kızılğaç Oduunun Yanma Özellikleri”, *Z.K.Ü.K.T.E.F. Teknoloji Dergisi*, 2: 81-89 (1998).

Uysal, B., Sönmez, A., Atar, M., Özçifçi, A., “Ağaç Malzemede Renk Açma İşlemleri ve Verniklerin Renk Değıştirici Etkileri”, *Tübitak Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23 (4): 849-854 (1999).

Uysal, B., Atar, M., Özçifçi, A., “Ağaç Yüzeylelerinde Renk Açmada Kullanılan Kimyasalların Vernik Katman Sertliğine Etkileri”, *Tübitak Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23: 443-450 (1999a).

Uysal, B., Sönmez, A., Atar, M., Özçifçi, A., “Ağaç Malzemede Renk Açma İşlemleri ve Verniklerin Renk Değıştirici Sertliğine Etkileri”, *Tübitak Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23(4): 849-854 (1999b).

Uysal, B., Atar, M., Özçifçi, A., “Renk Açıcı Kimyasal Maddelerin Ahşap Malzemenin Eğilme Direnci Üzerine Etkileri”, *Tübitak Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23: 615-619 (1999c).

Uysal, B., Özçifçi, A., “İhlamur (*Morus alba* L.) Oduunundan PVAc Tutkalı ile Üretilen Lamine Ağaç Malzemenin Yanma Özellikleri”, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13 (4): 1023-1035 (2000).

Uysal, B., Kurt, Ş., “Bazı Kimyasallarla Emprenye Edilmiş ve PF ve PVAc Tutkalı ile Yapıştırılan Lamine Ağaç Malzemelerin Yanma Özellikleri”, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 7-1: 112-126 (2006).

Vurdu, H., “Wood: as Material”, Lecture Outline for Bio. 260, *ODTÜ*, Ankara, 1-189 (1985).

Wagner, C., Marx, H.N., Hettler, W., “Rapid Fixation Using the Superheated Steam Process-a Contribution to Environmental Protection”, *Holz Zentrablatt*, 113(36): 2086-2088, (1987).

Wagner, H.W., Kiclighter, E. C., “Finisher and Finishing, Bleaching and Disassembly”, *Modern Woodworking*, USA, 169-170 (1986).

White, R.H., “Reporting of Fire Incidents in Heavy Timber Structures”, *Forest Products Laboratory Research Paper*, USA, 464, 9 (1985).

Yener, C, “Yapılarda Yangın Üzerine”, *I. Yangın Ulusal Kurultayı*, Ankara, 375-379 (1983).

Yalınkılıç, M.K., “Improvement of Boron Immobility In The Borate-Treated Wood and Composite Materials”, Kyoto University Wood Research Institute, *Wood Deterioration Control Laboratory*, 3-16, (2000).

Yalınkılıç, A., C., “Ağaç Malzemede Su Bazlı Vernikler ile Su Çözücülü Ağaç Boyası Etkileşiminin Kahverengi Renk Tonuna Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 3-4 (2008).

Yalınkılıç, M. K., “Ağaç Malzemenin Yanma, Higroskopisite ve Boyutsal Stabilité Özelliklerinde Çeşitli Emprenye Maddelerinin Neden Olduğu Değişiklikler ve Bu Maddelerin Odundan Yıkanabilirlikleri”, Doçentlik Tezi, *KTÜ Orman Fakültesi*, Trabzon (1993).

Yalınkılıç, M.K., Örs, Y., “Duglas Göknarı [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Frankco] Odunun Anatomik ve Çeşitli Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilme Özellikleri”, *Tübitak Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 21: 433-444 (1996).

Yalınkılıç, M.K., Demirci, Z. ve Baysal, E., “Çeşitli Emprenye Maddelerinin Duglas [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Frankco] Odununun Yanma Özellikleri Üzerine Etkileri, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4 (1-2): 613-624 (1998).

Yalınkılıç, M.K., Baysal, E., “Comperative Study on Stability and Decay Resistant of Two Environmentally Friendly Fire Retardant Boron Compounds PHN 130 and PHN 130G”, *I. Uluslar arası Bor Sempozyumu*, Bildiriler Kitabı I. Kütahya, 92-102, (2002).

Yaltrık, F.; Efe, A. Dendroloji Ders Kitabı, İ.Ü. Yayın No: 3836, Orman Fakültesi yayın No: 431, ISBN: 975-404-363-9, İstanbul, (1994).

Yaltrık, F., “Dendroloji I”, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi*, Yayın No: 2410, İstanbul, (1988).

Zimmerman, W.F., McWord, J.L., “Exploring Wood Working Fundamentals of Technology”, USA, 146-147 (1993).

Zorlu, İ., “Ağaçşleri Konştrüksiyon Bilgisi Temel Ders Kitabı”, 4. Baskı, ISBN: 975.11.1267.2, *Milli Eğitim Basımevi*, İstanbul, 1 (1997).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : SÜZER ERTÜRK, Neslihan
 Uyuşu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 03.03.1982
 Medeni hali : Evli
 Cep : 0 505 582 14 47
 e-mail : neslihan_suzer@yahoo.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi / Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Bölümü	2006
Lise	Aydın Anadolu Teknik Lisesi Bilgisayar Bölümü	2001

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2006-2008	Konya Emirgazi Şehit Celal Koçak İlköğretim Okulu	Öğretmen
2008-2010	Çorum Kargı Yunus Emre İlköğretim Okulu	Öğretmen
2010-	Manisa Avni Gemicioğlu İlköğretim Okulu	Öğretmen

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Bilgisayar teknolojileri, yüzme ve sinema